



Trabajo de Fin de Grado de Enfermería

***Manejo de la terapia de soporte ventilatorio con
oxigenación por membrana extracorpórea en pacientes
Covid-19 ingresados en Unidades de Cuidados Intensivos***

*Management of ventilatory support therapy with extracorporeal
membrane oxygenation in Covid-19 patients admitted to Intensive
Care Units*

Revisión Narrativa

Autoras: Irene de la Fuente Méndez
Ariadna Lillo Martínez

Tutora: Lourdes Casillas Santana

Madrid, Mayo 2021

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Contextualización	4
1.2 Justificación	6
1.3 Objetivos	6
2. METODOLOGÍA	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
3.1 Fisiopatología del SDRA.....	15
3.2 Terapia convencional del SDRA	16
3.3 Evolución del ECMO y su papel actual en el tratamiento del SDRA	23
3.4 Indicaciones y contraindicaciones de ECMO VV	27
3.5 Cuidados enfermeros en terapia con ECMO.....	29
3.6 Complicaciones de la terapia con ECMO.....	33
3.7 Papel de la enfermera en el cuidado del paciente con ECMO	37
3.8 Consideraciones a tener en cuenta en paciente COVID-19 con ECMO	40
4. LIMITACIONES Y FORTALEZAS	42
5. CONCLUSIONES	43
6. AGRADECIMIENTOS	45
7. BIBLIOGRAFÍA	46
8. ANEXOS	50

RESUMEN

Introducción: El distrés respiratorio agudo característico en la enfermedad COVID-19 constituye actualmente un problema de salud pública a nivel mundial, convirtiéndose en los últimos dos años en una de las principales causas de mortalidad en nuestro país. Al tratarse de una enfermedad infecciosa emergente existen grandes incógnitas sobre su tratamiento, entre estas el uso de dispositivos de oxigenación por membrana extracorpórea en pacientes críticos.

Objetivo: Conocer el manejo del dispositivo de oxigenación extracorpórea en pacientes con COVID-19 ingresados en unidades de cuidados intensivos.

Metodología: Se realiza una revisión narrativa mediante una búsqueda bibliográfica con lenguaje controlado y términos booleanos “AND”, “NOT” y “OR” en las siguientes bases de datos: PubMed, Cinahl, Coronavirus Research Database, Cuiden, Cochrane, Medline, Scielo, y Dialnet. Se aplican los filtros de acceso a texto completo, 6 años desde publicación, en inglés, portugués o español, especie humana y edad entre 19-64 años para limitar la búsqueda. Finalmente se seleccionan 101 documentos que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión. Se analizan 33.

Resultados: Tras la lectura de los documentos se elaboran las siguientes unidades de análisis: fisiopatología del distrés respiratorio, terapia convencional del distrés respiratorio, evolución del ECMO y su papel actual en el tratamiento del distrés respiratorio, indicaciones y contraindicaciones del ECMO-VV, cuidados enfermeros en terapia con ECMO, complicaciones de la terapia con ECMO y papel de la enfermería en el cuidado del paciente con ECMO y consideraciones a tener en cuenta en pacientes COVID-19 con tratamiento ECMO.

Conclusión: Todavía existen incógnitas que responder a través de estudios con mayor profundidad y envergadura en relación con el tratamiento con ECMO y su efectividad. Asimismo, se hace necesaria la formación en manejo del paciente sometido a ECMO y vigilancia de sus posibles complicaciones, junto con la elaboración de protocolos en esta misma línea.

Palabras clave: Covid-19, membrana de oxigenación extracorpórea, síndrome de distrés respiratorio agudo, enfermería y unidad de cuidados intensivos

ABSTRACT

Introduction: The characteristic acute respiratory distress in the COVID-19 disease is currently a worldwide public health problem, becoming in the last two years one of the main causes of mortality in our country. As it is an emerging infectious disease, there are great unknowns about its treatment, including the use of extracorporeal membrane oxygenation devices in critically ill patients.

Objective: To know the management of the extracorporeal oxygenation device in patients with COVID-19 admitted to intensive care units.

Methodology: A narrative review is carried out by means of a bibliographic search with controlled language and boolean terms "AND", "NOT" and "OR" in the following databases: PubMed, Cinahl, Coronavirus Research Database, Cuiden, Cochrane, Medline, Scielo, and Dialnet. Full text access, 6 years from publication, in english, portuguese or spanish, human species and age between 19-64 years to limit the search filters are applied. Finally, 101 documents are selected that meet the inclusion and exclusion criteria. 33 were analyzed.

Results: After reading the documents, the following units of analysis were developed: pathophysiology of respiratory distress, conventional therapy of respiratory distress, evolution of ECMO and its current role in the treatment of respiratory distress, indications, and contraindications of ECMO-VV, nursing care in ECMO therapy, complications of ECMO therapy, and the role of nursing in patient care. patient with ECMO and considerations to consider in COVID-19 patients with ECMO treatment.

Conclusions: There are still unknowns to answer through studies with greater depth and scope in relation to treatment with ECMO and its effectiveness. Likewise, training in the management of the patient undergoing ECMO and monitoring of their possible complications is necessary, together with the development of protocols along the same lines.

Key Words: Covid-19, extracorporeal membrane oxygenation, acute respiratory syndrome, nursing and intensive care unit.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización

El mes de diciembre de 2019 será clave en nuestra historia por la aparición de diversos casos de neumonía viral agrupados en Wuhan, provincia de Hubei, China. Las autoridades chinas testificaron que dicha neumonía es causada por el brote de un nuevo patógeno de la familia de *Coronaviridae* al que denominaron Sars- CoV 2, causante de la enfermedad COVID-19 (1). En enero de 2020, este brote se declaró Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional (ESPII) por el Comité de Emergencias del Reglamento Sanitario Internacional. Por último, el 11 de marzo de este mismo año, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo reconoció como pandemia mundial (1).

A día de hoy hemos alcanzado los 93 millones de casos a nivel mundial, de los cuales 2'3 millones son casos confirmados en España, y 53.314 han fallecido por complicaciones secundarias a este agente vírico (2,3).

1.1.1 Información sobre Sars-CoV 2

Al igual que el resto de los serogrupos del coronavirus, se sospecha que la transmisión se produce por zoonosis, es decir, la fuente de infección perteneciente al reino animal (marisco, pescado, y animales vivos) transmite la enfermedad al huésped susceptible. La transmisión también se puede producir entre personas a través de gotas de flugge (partículas de secreciones procedentes de boca o nariz), contacto directo con secreciones orofaríngeas contagiadas y fómites o superficies contaminadas. Con respecto al periodo de incubación de este virus, es decir, el tiempo que transcurre entre la exposición al agente y el desarrollo de síntomas, es de 5-6 días aproximadamente pudiendo llegar hasta los 14 días (4). Aun así, debemos tener en cuenta que una persona puede ser contagiosa hasta 3 días antes del inicio de los síntomas. También se puede padecer de manera asintomática ocupando en España el 33% de los casos. Algunos estudios refieren que estos casos asintomáticos podrían ser más frecuentes en la población pediátrica (4). Dentro del grupo de los sintomáticos, cabe destacar que la mayor parte de las personas lo padecen de una manera leve o moderada (80%). Aun así, existe aproximadamente un 15% de la población que desarrolla una enfermedad severa, y un 5% que sufre una serie de complicaciones críticas de riesgo vital tales como: fallo respiratorio, síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), sepsis y shock séptico, tromboembolismo y/o fallo multiorgánico; incluyendo entre estos el fallo renal y daño cardíaco (4).

1.1.2 Diagnóstico

Actualmente contamos con dos alternativas diagnósticas para detectar los casos de infección activa por COVID-19, la prueba de detección rápida de antígenos y la técnica de detección de ARN viral, comúnmente conocida como PCR. El empleo de cada uno variará según la situación clínica de la persona susceptible a esta (5). Para una correcta realización de la prueba, la muestra se obtendrá del tracto respiratorio inferior o tracto respiratorio superior. El primero estaría indicado en aquellos individuos con infección grave o de evolución. La estrategia marcada por el Ministerio de Sanidad indica que cualquier persona sospechosa (*véase anexo 1*) debe realizarse una prueba diagnóstica en menos de 24h para conseguir una detección precoz y minimizar la exposición de su entorno y del resto de la comunidad. En el caso de que esta prueba de un resultado negativo y la sospecha sea elevada, ya sea por criterios clínicos o epidemiológicos, sería recomendable la realización de una segunda prueba en las siguientes 48h (5).

1.1.3 Sintomatología y características

La sintomatología característica y con mayor incidencia en la infección por COVID-19 en Europa son: fiebre (47%), tos seca o productiva (25%), dolor de garganta (16%), astenia (6%), y dolor (5%). Entre estos los que se han detectado con mayor frecuencia en España son fiebre, tos, dolor de garganta, disnea, escalofríos, vómitos, diarrea y otros síntomas (4). Entre las manifestaciones neurológicas más destacadas se encuentran la anosmia (pérdida de olfato), ageusia (pérdida del gusto), encefalopatía, delirium, ansiedad, depresión y problemas en el sueño, entre otros (6). A parte de estos síntomas, se han descrito otras manifestaciones que afectan a distintos órganos y sistemas (*véase anexo 2*). Asimismo, se describen varios factores de riesgo que incrementan la mortalidad y la severidad de la enfermedad, entre los que se encuentran: edad, hábito tabáquico, diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedades cardíacas y respiratorias o cáncer. Además, la infección por COVID-19 puede provocar síntomas más graves, como es la insuficiencia respiratoria aguda (IRA), que evoluciona rápidamente hacia un SDRA (6).

1.1.4 Tratamiento

El SDRA es una de las complicaciones derivadas de la neumonía secundaria a infección por el patógeno SARS-Cov-2. Debemos tener en cuenta que la neumonía, y en consecuencia el SDRA secundario a este, pueden cursar con fisiopatología atípica como se expondrá en próximos epígrafes (4). En el tratamiento del SDRA existen dos

estrategias claramente definidas; el tratamiento a nivel farmacológico y a nivel no farmacológico. Con respecto al primero, se emplean una serie de fármacos, todavía de manera empírica, destacando entre ellos el tratamiento con antirretrovirales, inmunoterapia y corticosteroides. Por otra parte, el tratamiento no farmacológico se compone de oxigenoterapia, ventilación mecánica no invasiva (VMNI) de alto flujo, ventilación mecánica invasiva (VMI), maniobras de reclutamiento como decúbito prono (DP) y óxido nítrico inhalado (NOi), y por último contamos con las terapias basadas en el uso de membranas de oxigenación extracorpóreas, y más conocido por sus siglas en inglés: Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) (6).

1.2 Justificación

El ECMO, junto con otras terapias como el decúbito prono, se ha convertido en este último año en una de las técnicas clave en el cuidado de pacientes críticos con SDRA asociado a Sars-CoV 2. La evidencia científica avala su uso en estos pacientes, pues no solo porque favorece la eliminación de CO₂, sino porque además es capaz de asegurar una correcta oxigenación sin inducir mayor daño pulmonar, tratándose de una medida protectora. Esto permite que el parénquima pulmonar no esté expuesto a mayor estrés ganando tiempo para su reparación. Por todo ello, es una de las medidas propuestas por la OMS en su guía de manejo al paciente afectado por COVID-19. No obstante, se requieren más estudios sobre los beneficios reales acerca de la mortalidad en los pacientes que reciben terapia con ECMO, pues existe todavía cierta controversia en cuanto a la disminución o no de esta (7-10).

Por ser una terapia clave y, sobre todo, por el aumento de ésta en la práctica clínica durante este pasado año en las unidades de cuidados intensivos (UCI) de los hospitales españoles, y de todo el mundo, valoramos importante como enfermeras conocer en mayor profundidad en qué consiste esta terapia y cuándo estaría indicada, para así poder llevar a cabo el mejor cuidado de las personas sobre las que se utiliza.

1.3 Objetivos

- **Objetivo principal.** Conocer el manejo de ECMO en pacientes COVID con SDRA ingresados en UCI.
- **Objetivos secundarios.**
 - Describir el tratamiento convencional en pacientes adultos con SDRA

- Definir el perfil clínico de paciente COVID susceptible de recibir terapia con ECMO
- Identificar los elementos específicos a tener en cuenta en la realización de cuidados enfermeros a la persona adulta con COVID tratada con ECMO
- Describir las complicaciones del uso del ECMO

2. METODOLOGÍA

Para poder alcanzar los objetivos propuestos, la mejor metodología a emplear es la revisión narrativa, ya que nos permite conocer de manera amplia y actualizada el manejo del SDRA secundario a COVID-19, tratando temas como la fisiopatología, el cuadro clínico, las complicaciones y el tratamiento, centrándonos en este último, en el soporte ventilatorio que puede suponer la terapia con ECMO (11). Para ello, lo primero es realizar una búsqueda bibliográfica de la evidencia científica más actual y fiable sobre el tratamiento convencional del SDRA y sobre el manejo de este con ECMO en pacientes COVID en diferentes bases de datos de ciencias de la salud: *PubMed, Coronavirus Database Research, Cinahl, Cuiden, Cochrane, Dialnet, Scielo y Medline*. Para realizar la búsqueda en estas bases de datos indexadas es necesario la utilización de términos controlados o tesauros. Para orientar la búsqueda de las palabras claves, realizamos una búsqueda en lenguaje libre en Google Académico. A continuación, se identifican las palabras clave en lenguaje controlado (términos MeSH y DeCS) a utilizar en la búsqueda en las diferentes bases de datos señaladas (véase *tabla 1*).

LENGUAJE LIBRE	TÉRMINOS MESH	TÉRMINOS DECS
Ventilación mecánica	Respiration, Artificial Mechanical ventilation	Respiración Artificial
Oxigenoterapia	Oxygen Inhalation Therapy	Terapia por Inhalación de Oxígeno
Ventilación mecánica no invasiva	Noninvasive Ventilation	Ventilación no Invasiva
Membrana de oxigenación extracorpórea	Extracorporeal Membrane Oxygenation	Oxigenación por Membrana Extracorpórea
Síndrome de distrés respiratorio agudo	Severe Acute Respiratory Syndrome Acute Respiratory Syndrome	Síndrome de Dificultad Respiratoria del Adulto
Coronavirus	COVID-19 SARS-Cov-2 SARS virus	Coronavirus
Enfermería	Nursing	Enfermería
Cuidados de enfermería	Nursing Care	Atención de Enfermería
Unidad de Cuidados Intensivos	Intensive Care Units	Unidad de Cuidados Intensivos
Manejo	Management	Manejo de la Enfermedad
Guía	Guideline	Guía

Tabla 1. Descriptores MeSH y DeCS. Fuente: *Elaboración propia*.

Para acotar los resultados obtenidos en la búsqueda combinaremos estos términos en lenguaje controlado con los booleanos “AND”, “OR” o “NOT”. Además, se delimitará la búsqueda haciendo uso de los filtros correspondientes en las bases de datos aplicando, siempre y cuando esta lo permita, filtros relacionados con la fecha de publicación, acceso a texto completo, idioma, franja etaria y especie humana (véase tabla 2).

Filtros aplicados en la búsqueda	
Acceso	Texto completo disponible
Fecha de publicación	2015-2021
Franja etaria	19-64 años
Especie	Humana
Idioma	Español, inglés o portugués

Tabla 2. Filtros empleados en las búsquedas en bases de datos. Fuente: Elaboración propia.

La **fecha de publicación** se delimitará a los últimos seis años. Así no sólo seremos capaces de conocer el cuidado y técnicas de soporte respiratorio tradicional, si no que podremos adentrarnos en las técnicas más innovadoras y la evidencia científica más actualizada. En cuanto a la **edad** de nuestra población de estudio, nos centraremos en el paciente adulto con un rango de edad entre 19 y 64 años, pues este es el rango etario más homogéneo y en el que se encuentran gran parte de los individuos afectados por esta pandemia (12). Para obtener los resultados más adecuados a nuestros objetivos se proponen los siguientes criterios de inclusión y exclusión (véase tabla 3).

Criterios inclusión	Criterios exclusión
Accesibilidad a texto completo	Sin posibilidad de acceso a texto completo o con este en un idioma que no cumpla los criterios de inclusión.
Publicaciones con una antigüedad inferior a 6 años, es decir con una publicación comprendida entre 2015-2021	Publicaciones con una antigüedad superior a 6 años, que se aceptasen antes del 2015.
Dirigidos al cuidado de la población adulta (19-64 años)	Dirigidos a población pediátrica y edad avanzada.
Redactadas en su totalidad en: español, inglés o portugués	Publicaciones no escritas en en inglés, español o portugués
Documentos en el ámbito de la atención hospitalaria	Documentos que abarque la asistencia extrahospitalaria
Documentos sobre el abordaje de paciente con SDRA	Documentos sobre en la sedoanalgesia en la VMI
Publicaciones exclusivamente sobre la especie humana	Trabajos centrados en otra especie que no sea la humana

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión empleados en la búsqueda. Fuente: Elaboración propia

Una vez clarificadas estas cuestiones se realizarán las búsquedas en las bases de datos. Lo primero que haremos es realizar la búsqueda siguiendo las estrategias especificadas en cada base de datos, que serán producto de la combinación de los términos tesauros

MeSH y DeCS junto con los operadores booleanos *AND*, *OR* y *NOT*. Una vez lanzada la búsqueda se procederá a delimitarla aplicando los filtros establecidos anteriormente, según las posibilidades que ofrezca cada base de datos. De los artículos encontrados se hará una primera lectura del título y resumen seleccionando para su lectura completa aquellos que se ajusten a los criterios. Tras las búsquedas en todas las bases de datos se descartarán los repetidos y el resto se leerán en profundidad, si tenemos acceso al texto completo, y se seleccionarán aplicando los criterios de inclusión y exclusión aquellos que nos permitan dar respuesta a nuestros objetivos. A continuación, se exponen las estrategias de búsqueda empleadas:

PubMed

Hemos realizado un total de ocho estrategias de búsqueda. Todas ellas mediante el empleo de los operadores booleanos “*AND*” y “*NOT*” combinándolos con los términos MeSH. Se han aplicado los siguientes filtros en todas las búsquedas para delimitar los resultados al tema principal: acceso a texto completo, artículos con 6 años de antigüedad como máximo, especie humana, edad entre 19-64 años e idioma en inglés, español y portugués. Tras aplicar estos, hemos obtenido 1050 artículos, de los cuales, tras la lectura del título y resumen, seleccionamos 69 como documentos de interés para el trabajo (véase *tabla 4*).

Estrategia de búsqueda	Artículos totales	Artículos tras leer título y resumen
(Respiration, Artificial) AND (Sars Virus)	35	3
(Respiration, Artificial) AND (Nursing Care) AND (Clinical protocols)	9	0
(Respiration, Artificial) AND (Protocols) AND (Nursing Care)	26	3
(Mechanical ventilation) AND (Nursing care)	247	4
(Respiration, Artificial) AND (acute respiratory syndrome) NOT (Sedation) NOT (Weaning)	431	35
(SARS COV-2) AND (Nursing care)) AND LitCTREATMENT[filter]	115	1
(Extracorporeal Membrane Oxygenation) AND (Nursing Care)	21	4
(Extracorporeal Membrane Oxygenation) AND (COVID-19)	166	19
Total	1050	69

Tabla 4. Búsqueda en PubMed. Fuente: Elaboración propia

CINAHL

En esta base de datos se han llevado a cabo diez estrategias de búsqueda. Estas se han realizado mediante el empleo de búsqueda avanzada, aplicando los términos del lenguaje controlado MeSH, junto con los operadores booleanos “*AND*”, “*OR*” y “*NOT*”. También

se incluyen los términos recomendados por la base de datos al introducir la estrategia de búsqueda. Hemos empleado los siguientes filtros en las distintas estrategias: acceso a texto completo, año de publicación entre 2015-2021, idioma (inglés, español o portugués) y población adulta (19-64 años). Estos filtros se aplican en todas las búsquedas excepto en la primera y la última. En éstas se realiza una búsqueda general sin aplicar el filtro de edad pues al hacerlo así, nos dimos cuenta de que este filtro hacía la búsqueda demasiado exhaustiva creando mucho silencio documental, perdiendo artículos que podían ser de interés. Se obtuvieron un total de 1235 documentos, de los cuales 66 se leyeron en profundidad (véase tabla 5).

Estrategia de búsqueda	Artículos totales	Artículos tras leer título y resumen
(Acute respiratory syndrome) AND (Nursing Care)	27	6
(Acute respiratory syndrome) AND (Management)	34	4
(Severe acute respiratory syndrome OR Acute respiratory syndrome)	296	16
(Severe acute respiratory syndrome OR Acute respiratory syndrome) AND (covid-19 OR coronavirus OR 2019-ncov OR sars-cov-2 OR cov-19)	152	8
(Severe acute respiratory distress syndrome OR acute respiratory distress syndrome) AND (non invasive ventilation)	581	15
(Respiration, artificial) AND (nursing care)	45	4
(Respiration, artificial) AND (sars-cov-2 OR covid-19 OR 2019-ncov OR coronavirus OR corona virus OR covid 19)	18	3
(Mechanical ventilation) AND (severe acute respiratory syndrome) NOT (weaning) NOT (sedation)	31	6
(Extracorporeal Membrane Oxygenation) AND (Nursing care)	35	3
(Extracorporeal Membrane Oxygenation) AND (nursing care) AND (sars-cov-2 OR covid-19 OR 2019-ncov OR coronavirus OR corona virus OR covid 19)	16	1
Total	1235	66

Tabla 5. Búsqueda en Cinhal. Fuente: Elaboración propia

Coronavirus Research Database

En esta base de datos se llevan a cabo tres búsquedas empleando los descriptores MeSH, en combinación con el operador booleano “AND”. Además, se emplean palabras sugeridas para la búsqueda por la propia base de datos. Para delimitar la búsqueda hemos aplicado estos filtros: acceso a texto completo, publicación entre 2015-2021, idioma en inglés. Como asunto hemos seleccionado en la primera y dos últimas búsquedas

“ventilators” y “covid-19” respectivamente. Finalmente, obtuvimos 169 documentos, de los cuales 9 serían de interés para el desarrollo del trabajo (véase tabla 6).

Estrategia de búsqueda	Artículos totales	Artículos tras leer título y resumen
(Mechanical Ventilation) AND (Nursing Care)	68	4
(Care protocol) AND (nurse nursing) AND (Mechanical Ventilation)	39	1
(extracorporeal membrane oxygenation) AND (care nursing)	62	4
Total	169	9

Tabla 6. Búsqueda en Coronavirus Research Database. Fuente: Elaboración propia

Cuiden

Se realizan cinco estrategias de búsqueda mediante el empleo de lenguaje controlado del tesauro, DeCS, combinándolo con los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”, en la opción de búsqueda avanzada, a excepción de la última estrategia. Ésta se realiza en búsqueda simple y sin emplear booleanos. Los filtros que la base de datos permite son: acceso a texto completo y publicación entre 2015-2021. Se obtienen 415 documentos, de los cuales 7 resultan de interés tras una primera lectura (véase tabla 7).

Estrategia de búsqueda	Artículos totales	Artículos tras leer título y resumen
[cla=Ventilación mecánica] AND[cla=Cuidados de enfermería]	5	1
[cla= Ventilación mecánica] OR [cla= Ventilación artificial] NOT [cla= Neumonía asociada a ventilación mecánica]	38	2
[cla= Ventilación mecánica] OR [cla= Ventilación artificial] AND [cla= Síndrome de distrés respiratoria del adulto]AND (NOT ([cla= Neumonía asociada a ventilación mecánica])	37	2
[cla= Ventilación mecánica] AND [cla= Síndrome de distrés respiratorio del adulto]	0	0
Covid-19	335	2
Total	415	7

Tabla 7 . Búsqueda en Cuiden. Fuente: Elaboración propia

Cochrane Library

Se realizaron seis estrategias de búsqueda diferentes. Para delimitar la búsqueda hemos empleado los operadores booleanos “AND” y “OR”. Además, para evitar el ruido documental empleamos los filtros que esta base nos permitía, siendo este únicamente, la antigüedad de publicación (febrero de 2015 – febrero 2021). Tras lanzar las búsquedas

obtuvimos un total de 1224 publicaciones. Finalmente, tras la lectura de título y resumen seleccionamos como documentos de interés 26 (véase tabla 8).

Estrategia de búsqueda	Resultados obtenidos	Documentos tras leer título y resumen
"Severe acute respiratory syndrome" in All Text OR "acute respiratory syndrome" in All Text AND "nursing care" in All Text	827	4
"Severe acute respiratory syndrome" in All Text AND Nursing Care" in All Text	1	0
"severe acute respiratory syndrome" in All Text AND "management" in All Text	126	4
"Extracorporeal membrane oxygenation" in All Text AND "SARS CoV" in All Text	61	3
"Extracorporeal membrane oxygenation" in All Text AND "management" in All Text	163	5
"Mechanical ventilation" in All Text AND "severe acute respiratory syndrome" in All Text	156	10
Total	1244	26

Tabla 8. Búsqueda en Cochrane. Fuente: Elaboración propia

Dialnet

En esta base de datos se llevaron a cabo un total de seis estrategias de búsqueda. Se realizaron mediante la combinación de los términos DeCS y el operador booleano "AND". Además, aplicamos los filtros que dicha base nos permitía, los cuales únicamente fueron: acceso a texto completo y publicaciones en los últimos 10 años, en los que al realizar la selección de documentos se discrimina aquellos que se encuentren fuera del intervalo 2015-2021. Finalmente, obtuvimos un total de 31 documentos, de los que 13 resultan de interés para el trabajo a realizar (véase tabla 9).

Estrategia de búsqueda	Resultados obtenidos	Documentos tras leer título y resumen
Oxigenación por membrana extracorpórea AND cuidados enfermería	7	3
Oxigenación por membrana extracorpórea AND coronavirus	1	1
Oxigenación por membrana extracorpórea AND síndrome de dificultad respiratoria del adulto	2	2
Síndrome de dificultad respiratoria del adulto AND coronavirus	4	1
Ventilación mecánica AND coronavirus	12	3
Ventilación mecánica AND síndrome de dificultad respiratoria del adulto	5	3
Total	31	13

Tabla 9. Búsqueda en Dialnet. Fuente: Elaboración propia

MEDLINE

En esta base de datos se llevaron a cabo siete estrategias de búsqueda mediante la combinación de los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT” con los términos MeSH. Además, hicimos uso de los filtros que esta base de datos permitía: enlace a texto completo, año de publicación entre 2015-2021, población adulta (19-64 años) e idioma (español, inglés o portugués). Aplicamos todos los filtros en todas las estrategias de búsqueda, excepto en la sexta, en la cual no aplicamos el filtro de edad ya que al aplicarlo salen menos resultados. Sin embargo, a pesar de no aplicar este filtro en dicha estrategia de búsqueda, tras realizar la selección de artículos tras lectura de título y resumen, discriminamos aquellos que no estaban en el rango de edad estudiado. Finalmente obtuvimos un total de 628 documentos, de los cuales 33 resultan de interés para la elaboración del trabajo (véase *tabla 10*).

Estrategia de búsqueda	Resultados obtenidos	Documentos tras leer título y resumen
Respiration, artificial AND sars-cov-2 or covid-19 or 2019-ncov or coronavirus or corona virus or covid 19	50	7
Respiration, artificial AND nursing care	6	0
Respiration, artificial AND acute respiratory syndrome NOT sedation NOT weaning	24	2
Extracorporeal membrane oxygenation AND sars-cov-2 or covid-19 or 2019-ncov or coronavirus or corona virus or covid 19	39	5
Extracorporeal membrane oxygenation AND acute respiratory syndrome	29	7
Extracorporeal membrane oxygenation AND nursing care	11	3
Acute respiratory syndrome OR severe acute respiratory syndrome AND management AND nursing care AND covid-19 or coronavirus or 2019-ncov or sars-cov-2 or cov-19	229	9
Total	388	33

Tabla 10. Búsqueda en MEDLINE. Fuente: Elaboración propia

Scielo

En esta base de datos hemos llevado a cabo cinco estrategias de búsqueda, las cuales se han realizado mediante la combinación del operador booleano “AND” y los términos MeSH. Además, aplicamos una serie de filtros que la base de datos nos permitía como el año de publicación (2015-2021), y el idioma (español, inglés o portugués). Tras la

aplicación de los filtros, hemos obtenido un total de 47 documentos, de los cuales 10 resultan de interés para el trabajo (véase *tabla 11*).

Estrategia de búsqueda	Resultados obtenidos	Documentos tras leer título y resumen
(*extracorporeal membrane oxygenation) AND (acute respiratory syndrome)	14	3
(Extracorporeal membrane oxygenation) AND (COVID-19)	1	0
(Extracorporeal membrane oxygenation) AND (acute respiratory syndrome)	0	0
(Extracorporeal membrane oxygenation) AND (management)	16	3
(Respiration, artificial) AND (acute respiratory syndrome)	16	4
Total	47	10

Tabla 11 . Búsqueda en Scielo. Fuente: Elaboración propia

De los 4579 artículos encontrados en las bases de datos consultadas, tras la lectura de título y resumen, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, seleccionamos un total de 233 documentos para una lectura completa. En primer lugar, se descartan 29 ya que estaban repetidos. A continuación, se descartan 103 por no poder obtenerlos a texto completo y/o porque no se adecuaban a los objetivos planteados quedando un total de 101 documentos. Finalmente, tras la lectura completa de los documentos se descartan 68, quedando un total de 33 documentos para su análisis y posterior utilización en el desarrollo del trabajo (véase *anexo 3*). El proceso de selección de los artículos se puede visualizar en el *diagrama 1*.

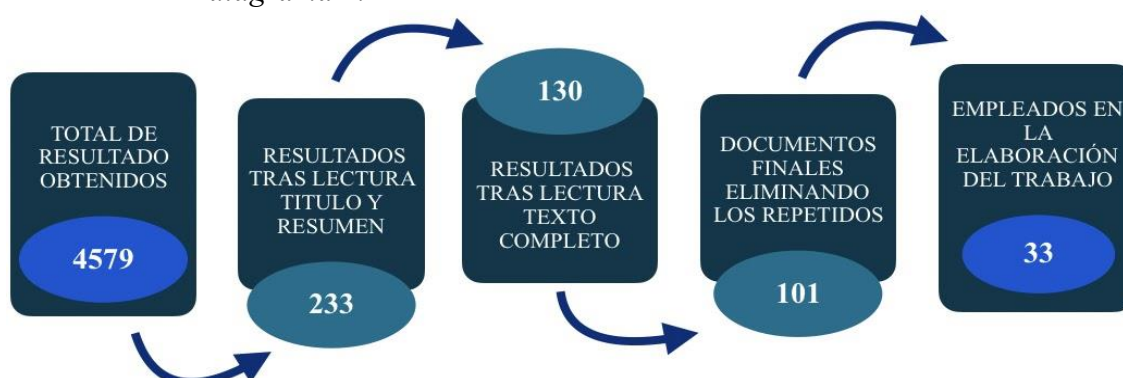


Diagrama 1. Proceso de selección de documentos. Fuente: Elaboración propia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de dar una respuesta a los objetivos planteados para este trabajo y a partir de la lectura de los artículos previamente seleccionados, se concretan siete unidades de análisis que permitirán así una exposición más organizada y clara de los resultados encontrados. Estas unidades son:

3.1 Fisiopatología del SDRA

En primer lugar, al encontrarnos ante patología respiratoria aguda, el intercambio gaseoso se va a ver afectado, manifestándose en forma de hipoxemia severa. Para comprender este cuadro clínico hemos de analizar cómo se produce de manera fisiológica este intercambio. Este es el resultado de la interacción entre la ventilación y la perfusión. Tiene lugar en la región alveolar, espacio anatómico en el que los alvéolos se encuentran envueltos por una red tridimensional de capilares, formando así lo que conocemos por unidades alveolocapilares. Una unidad alveolocapilar consta del endotelio capilar, epitelio alveolar, el espacio intersticial comprendido entre ambos, de unas 0.5 micras de grosor, y por último la membrana basal de cada uno. Esta cercanía entre alvéolos y capilares es la que facilita y permite un adecuado intercambio gaseoso, siempre y cuando la ventilación de ese alvéolo y/o la perfusión del capilar sean óptimas. Para conseguir una adecuada ventilación y perfusión debemos asegurar tanto un gasto cardíaco como una ventilación alveolar apropiados. La ventilación alveolar, que es la que se ve mayormente afectada en patologías respiratorias, tiene un valor de aproximadamente 5 l/min, coincidiendo así, con el valor del gasto cardíaco. Por todo esto, se considera un índice ventilación/perfusión (V/Q) con valor 1 (13). Aquellos casos en los que el valor del cociente V/Q aumenta, es decir se mantienen los niveles de ventilación alveolar, pero disminuye la perfusión, se les denomina espacio muerto; lo que significa que ciertos alveolos no son funcionales o lo son parcialmente. Sin embargo, cuando se mantiene una adecuada perfusión alveolar pero la ventilación es inadecuada o inexistente, el cociente V/Q disminuye. Este fenómeno se conoce como cortocircuito o shunt, que es lo que produce estados de hipoxemia (13).

En el caso del SDRA, el shunt es provocado por una respuesta inflamatoria exacerbada secundaria a una lesión en el epitelio alveolar causado por infecciones tanto víricas como bacterianas, traumatismos o afectaciones de tipo inflamatorio. De acuerdo con la situación actual, podemos destacar como factor causante del SDRA la neumonía secundaria a COVID-19, entrando ésta dentro de la clasificación de las infecciones víricas (13).

Esta respuesta inflamatoria desmedida provoca un aumento en la permeabilidad del epitelio alveolar y el endotelio capilar ocasionando así el acúmulo de fluidos ricos en proteínas que se filtran desde el torrente sanguíneo al intersticio y alvéolos, generando así mayor daño a nivel alveolar y capilar. Como consecuencia, el sistema inmune libera citoquinas que aumenta el daño pulmonar produciendo daño alveolar difuso. Es más, esta reacción pulmonar se ve incrementada por dos fenómenos distintos, cada uno producido

por un tipo de célula distinto dentro del parénquima pulmonar. La lesión en las células de tipo 1 provoca un aumento en el paso de fluidos del intersticio al alvéolo; por otro lado, la afectación de las células tipo 2 genera una disminución de la producción de surfactante pulmonar, sustancia que mantiene la distensibilidad pulmonar adecuada para que los alvéolos permanezcan abiertos, lo que implica un mayor riesgo de atelectasia (13). El desarrollo de este síndrome respiratorio pasa por tres fases características (14):

- **Fase inflamatoria o exudativa:** se desarrolla en las primeras 72h. En esta tiene lugar el traspaso de líquido rico en proteínas al intersticio pulmonar e interior del alveolo.
- **Fase proliferativa:** momento en el que sufren un mayor daño las células tipo 2 y se acumulan en la membrana de las estructuras afectadas citoquinas, fibroblastos y demás células enviadas por nuestro sistema inmune.
- **Fase fibrótica:** es el resultado de las dos fases anteriores, hasta llegar a la fibrosis pulmonar. Hay personas que no llegan a desarrollar esta fase, pues se consigue revertir el proceso.

Se ha observado por un equipo de investigación en China que los pacientes que desarrollan neumonía por Sars-CoV 2 sufren una hiperestimulación T Helper (Th) aberrantes, con mayor expresión inflamatoria, y de factores estimulantes de las colonias de granulocitos y macrófagos. Este fenómeno se ha denominado síndrome de liberación de citoquinas (CRS), y está relacionado con un mayor daño tisular a nivel pulmonar y, por tanto, con el SDRA descrito como la mayor causa de mortalidad por COVID-19 (4).

Todo lo descrito interrumpe el intercambio gaseoso, ocasionando un mayor trabajo respiratorio. No obstante, debido a la ocupación física de los alvéolos, tan solo se consigue hiperventilar aquellas zonas en las que ya se había conseguido una correcta ventilación, persistiendo el efecto shunt. Todo esto, se ve exacerbado por la respuesta de los capilares, vasoconstricción, a la situación de hipoxia local empeorando el cociente V/Q (13).

3.2 Terapia convencional del SDRA

Una de las complicaciones de mayor gravedad secundarias a la neumonía por Sars-CoV 2 es la IRA y su evolución precoz al SDRA. La definición del **SDRA** ha ido evolucionando mediante la consideración de diferentes criterios, a la vez que evolucionaba con ésta la tecnología y la ciencia. Actualmente, los parámetros más

estandarizados para su definición son los Criterios de Berlín (2012) (véase tabla 12) (15,16). Estos tienen en cuenta a la hora de llevar a cabo el diagnóstico de SDRA:

- **Hipoxemia $PaO_2/FiO_2 < 300$ mmHg.** La presión parcial de oxígeno (Pa) indica el número de partículas de oxígeno disueltas a nivel arterial. Por otro lado, la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) es la concentración de oxígeno que encontramos en el aire, por lo que al ocupar el oxígeno aproximadamente un 21% del aire, se considera que la FiO_2 es 0.21. El cociente de estos dos parámetros nos habla de la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre a partir del oxígeno inspirado, o en caso de que sea necesario, del suministrado de manera artificial (15,16).
- **Presión positiva al final de la espiración (PEEP),** es decir, la necesidad de mantener de manera artificial una presión que impida el colapso pulmonar y por tanto mejore la oxigenación (15,16).
- **Tiempo de inicio,** refiriéndose a la aparición de síntomas clínicos tras la exposición al factor desencadenante en un periodo de tiempo de una semana con síntomas respiratorios nuevos o que empeoran (15,16).
- **Imagen torácica** (Radiografía (Rx) o Tomografía axial computerizada (TAC)), en la que se observan infiltraciones bilaterales no relacionadas con derrames, atelectasias o nódulos (15,16).
- **Origen del edema,** este no ha de ser secundario a insuficiencia cardíaca (IC) o sobrecarga de líquidos. Para descartar este fenómeno recurriremos a evaluaciones objetivas mediante la realización de ecocardiografías, entre otros (15,16).

	LEVE	MODERADO	GRAVE
Hipoxemia (PaO_2/FiO_2 mmHg)	200-300 con PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O	Menos de 200 pero más de 100 con PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O	Menos de 100 PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O
Tiempo de inicio	Una semana después del factor desencadenante, nuevo evento o deterioro respiratorio		
Radiografía de tórax o tomografía axial computada	Opacidades bilaterales que no se explican por derrame, atelectasias o deterioro respiratorio		
Origen del edema	No hay explicación por insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos. Se necesita una evaluación objetiva para descartar edema hidrostático (como ecocardiográficas)		

Tabla 12. Clasificación de SDRA según criterios de Berlín. Fuente: Carrillo Esper et al (16)

Estos criterios diagnósticos se establecieron para el SDRA como lesión pulmonar provocada, en este caso, por neumonía. En pacientes en los que el distrés es secundario a neumonía por Covid-19 debemos conocer una serie de particularidades (17). Estas parecen estar relacionadas con las características fenotípicas del virus SARS-Cov-2, existiendo dos fenotipos diferenciados hasta ahora. En esta línea *Navas-Blanco et al.* (18) clasificó los fenotipos en *Tipo 1 o L*, y *Tipo 2 o H*, que ganan mayor importancia en la evolución del distrés y por tanto en su futuro tratamiento.

- Tipo L o “SDRA atípico”. Se caracteriza por la presencia de compliance pulmonar de normal a alta ($>50\text{ml/cmH}_2\text{O}$), elastancia pulmonar disminuida y peso pulmonar y capacidad de reclutamiento reducida. Todo ello parece estar relacionado con la alteración en el cociente de V/Q debido a una vasoconstricción pulmonar (18).
- Tipo H o “SDRA típico”. Destaca por la presencia de hipoxemia severa y compliance altamente disminuida, junto con una capacidad de reclutamiento elevada (18).

El tratamiento del SDRA está enfocado a la corrección de la causa subyacente de la enfermedad. En el caso del SDRA por neumonía causada por Sars-CoV 2 el tratamiento etiológico estaría basado en la terapia con antivirales, el problema es que no contamos con medicación hoy en día capaz de destruir al Sars-CoV 2, por lo debemos enfocar la estrategia terapéutica a reducir el daño pulmonar que este genera y mejorar la clínica y capacidad respiratoria. Contamos con dos estrategias, la farmacológica y la no farmacológica (14).

3.2.1 Tratamiento farmacológico

El tratamiento convencional del SDRA asociado a COVID-19 cuenta con cinco pilares básicos entre los que encontramos (17):

- Antivirales. Destinados a la reducción de la carga viral, pues ésta es la principal causante de la respuesta inflamatoria exacerbada asociada a un peor pronóstico del SDRA, y en consecuencia a una mayor tasa de mortalidad (17). Aun así, actualmente no existe un tratamiento antirretroviral específico consensuado como mundialmente efectivo para el Sars-CoV 2. Algunos de los fármacos más utilizados son Ribavirina, Ganciclovir, Oseltamivir, Arbidol, Alfa-interferón, Cloroquina, Lopinavir-ritonavir y Remdesivir. Se ha observado gracias a su utilización empírica, que una administración combinada de Hidroxicloroquina y Azitromicina favorece la eliminación del virus, reduciendo la carga viral y por tanto la estancia hospitalaria (19). Además, posee

actividad antiinflamatoria (20). Como terapia de apoyo se ha utilizado especialmente en las últimas dos décadas la terapia con plasma de convalecencia, dado su capacidad para mejorar la evolución clínica, la función inmunológica y favorecer la recuperación pulmonar (19).

- Reducción de la hiperinflamación. La respuesta inflamatoria tiene valor defensivo, pero en exceso supone una agresión a los tejidos provocada por la liberación de agentes citotóxicos conocida como tormenta de citoquinas (20). Esto lo podemos identificar con niveles altos de interleucina-6, ferritina y proteína creadora (CRP) (18). Para regular esta reacción se debe utilizar tratamiento farmacológico específico basado en el empleo de corticosteroides como la metilprednisolona, y anticuerpos monoclonales contra la interleucina-6 como el tocilizumab (17).
- Vigilancia de coinfecciones. Se administran antibióticos empíricos de amplio espectro, pues hasta que no se obtienen los resultados y el diagnóstico de Sars-CoV 2, esta enfermedad se puede confundir con otras neumonías bacterianas o virales (17).
- Vigilancia de hipercoagulabilidad. Una de las complicaciones secundarias a la infección por COVID-19 son los eventos trombóticos o la coagulación intravascular diseminada (CID), como consecuencia a la respuesta inflamatoria generalizada. Por ello es importante el uso de tratamiento anticoagulante y el control de los niveles del dímero D (17,20).
- Control de la hipersecreción mucosa. Es importante realizar un control de las secreciones, favoreciendo su movilización y eliminación de manera efectiva. Si existiese dificultad para la misma se utilizarían medidas de apoyo como la colocación de filtros en las ramas espiratorias e inspiratorias en individuos con VMI, o el uso de acetilcisteína intravenosa en pacientes con broncorrea (17).

Otra actualización en el tratamiento del SDRA es la contraindicación en el uso de corticosteroides como tratamiento habitual, pues se ha visto que no reducirá el riesgo de muerte, el tiempo de hospitalización, el ingreso en UCI, o la necesidad de implantar la VMI. Es más, se vio que podía producir efectos adversos que podrían empeorar la clínica y el pronóstico de la enfermedad. Estos deben ser evitados a excepción de utilizarse con otro fin como controlar la clínica de un ataque de asma o un empeoramiento de problemas respiratorios como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), shock séptico

y/o situaciones individuales en las que suponga un balance riesgo/beneficio positivo para el paciente (6).

3.2.2 Tratamiento no farmacológico

Existen dos líneas de soporte ventilatorio, la VMNI y VMI. Se utilizan en función del grado de SDRA que presente la persona tras la valoración de criterios clínicos y gasométricos. Los parámetros que valorar son: disnea de moderada a grave con tiraje respiratorio, taquipnea, cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$, aunque algunas revisiones como la realizada por *Shang et al.* (19) marquen el límite en 200; y acidosis respiratoria ($\text{pH} < 7.35$, $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg). Si se observa la existencia de alguno de estos estaría descartado el empleo de oxigenoterapia convencional; progresando a la terapia con soporte respiratorio (21).

El primer escalón en el tratamiento del SDRA leve-moderado con valores de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150$ mmHg se basa en el soporte ventilatorio no invasivo (SRNI) y las gafas nasales de alto flujo conocidas por sus siglas en inglés High Flow Nasal Cannulas (HFNC). Estas terapias generan un aumento de la PEEP reduciendo así el esfuerzo respiratorio. Además, disminuyen la tasa de intubación, son más cómodos y sencillos de usar (19), no requieren sedación y presentan menor riesgo a la hora de desarrollar enfermedades nosocomiales, como la conocida neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVIM) (14). No existen recomendaciones acerca de cuál de estos métodos; HFNC, presión positiva continua en la vía respiratoria (CPAP) u otras estrategias de VMNI; es el más adecuado para el abordaje del SDRA leve-moderado secundario a COVID-19. Es más, ciertas tendencias desaconsejan su uso rutinario debido a la generación de aerosoles con estos tratamientos. En algunos centros incluso se fomenta la intubación temprana, desaconsejando firmemente el SRNI; aun habiéndose probado en diversos estudios la eficacia de las HFNC y VMNI en pacientes COVID, convirtiéndose en tratamientos adecuados para el mismo (22). No obstante, existe controversia en el uso de estas terapias pues existen documentos como el realizado por *Cinesi Gómez et al.* (21) que reflejan tasas de fracaso cercanas al 30% en pacientes COVID-19.

Por otra parte, es muy importante llevar a cabo una monitorización exhaustiva de estos pacientes, ya que pueden sufrir un deterioro a nivel respiratorio abrupto. Es más, en este virus es habitual lo que se conoce como *hipoxemia silenciosa* que hace referencia a un tipo de hipoxemia que carece de la sintomatología típica, lo conlleva un elevado riesgo

de muerte (19). Si el curso de la enfermedad progresara y se identificase mayor gravedad, marcada por hipoxemia persistente o exacerbada ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 150$ mmHg) tras terapia de alto flujo con SRNI durante más de una hora, se avanzaría al siguiente escalón terapéutico, la VMI (19).

La terapia con VMI garantiza un adecuado intercambio gaseoso, gracias a su capacidad de poder fijar y asegurar unos mínimos de FiO_2 y una PEEP que mantenga los alvéolos pulmonares abiertos y ventilados evitando complicaciones derivadas de la atelectasia. No obstante, no debemos olvidar que los parámetros fijados en ésta han de tener un control exhaustivo para asegurar que cumplan esta función, y además podamos controlar que no causen mayor daño en el parénquima pulmonar, es decir, reducir lo que se conoce como daño inducido por VM (14). Esta lesión pulmonar tiene su origen en la extensión por volúmenes o presiones excesivas del tejido pulmonar. En aras de corregir este problema se ha desarrollado en las últimas décadas lo que se conoce como *ventilación pulmonar protectora*. Esta estrategia consiste en el empleo de volúmenes corrientes y presión inspiratoria baja, junto con una PEEP empleada en combinación con maniobras de reclutamiento, de esta manera se reducen las lesiones pulmonares provocadas por el ventilador, las tasas de mortalidad y la duración de la VM (23). Estas maniobras de reclutamiento se caracterizan por favorecer la reapertura de los alvéolos colapsados mediante ligeros incrementos de la presión transpulmonar, con el objetivo de conseguir un aumento del volumen espiratorio final y en consecuencia una mejora en el intercambio gaseoso. Hay diferentes estrategias, pero la que más se emplea, es el uso de un reclutamiento gradual produciendo ligeros incrementos de la PEEP de 5 a 5 cm H₂O manteniendo un impulso de presión estable y fijo, seguidos de un posterior descenso de esta PEEP, con el fin de alcanzar un buen cumplimiento dinámico (17).

Otra estrategia es el empleo de la posición en decúbito prono (DP). Esta se ha convertido en los últimos años, en especial en este último, en una terapia clave a la hora de mejorar la ventilación de los pacientes con SDRA ya que consigue una redistribución de la perfusión sanguínea, hace que la ventilación sea más homogénea y que se genere menos estrés tisular en el parénquima pulmonar, lo que favorece también a la reducción de las lesiones pulmonares. Es más, favorece el reclutamiento de los espacios alveolares dorsales del pulmón que por la destrucción de surfactante secundaria al SDRA, es el área en el que existe un índice mayor de atelectasia. Debemos tener en cuenta que esta región es la que más flujo sanguíneo recibe lo que genera un mayor cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, que se

traduce en un mejor intercambio gaseoso (14). Se debe emplear de manera temprana en los pacientes COVID-19 presenten o no insuficiencia respiratoria, ya que esta posición podría prevenir su aparición (19). Hay estudios como el de *Freixes Marimon et al.* (24) que afirman mejores resultados al adoptar la posición prona entre las primeras 48-72 horas tras el diagnóstico, pues en estadios más avanzados del SDRA se alcanza mayor grado de fibrosis del parénquima pulmonar y destrucción alveolar, no generando mejoría (24). Se recomienda que cada ciclo de DP se mantenga al menos durante 16 horas en pacientes intubados, siempre y cuando no surjan complicaciones que lo impidan como la inestabilidad hemodinámica (25), sin embargo, en pacientes no intubados se recomienda que la duración dependa de la tolerancia y comodidad del paciente (26). Se considera que un paciente está teniendo una respuesta adecuada al DP cuando se observa un incremento del cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en 20 mmHg. Sin embargo, otros lo consideraron cuando el incremento estaba por encima de 30 mmHg (24).

Por todo esto, se considera el DP como una intervención que mejora la oxigenación y previene en muchos casos la intubación (26). Además, *Freixes Marimon et al.* (24) concluyen que la tasa de mortalidad en aquellos pacientes sometidos a DP se reduce significativamente.

Por otro lado, cabe mencionar que en algunos casos se hace uso del óxido nítrico inhalado (NOi). Genera una vasodilatación pulmonar selectiva en las unidades pulmonares manteniendo una ventilación adecuada, mejorando los desajustes existentes entre la ventilación y perfusión alveolar. Además, es capaz de disminuir la resistencia vascular y la hipertensión pulmonar secundarias al edema característico del SDRA, ya que es capaz de modular la respuesta inflamatoria e inmunitaria. No obstante, el NOi se convierte rápidamente en una sustancia que puede actuar como tóxico llegando a causar mayor daño en el tejido pulmonar (27). Es decir, aunque el NOi proporciona beneficios en el cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ y en la insuficiencia respiratoria grave, durante un tiempo menor a 72 horas, no existe evidencia que lo relacione con una disminución en el tiempo de hospitalización, estancia en UCI o mortalidad. Además, en ocasiones puede empeorar la situación respiratoria y producir fallo renal en los adultos. La evidencia actual no avala su uso rutinario en pacientes con SDRA (27).

Finalmente, en el último escalón, contamos con las terapias de rescate basadas en el uso del ECMO. Se recomienda un uso precoz en aquellos pacientes COVID-19 en los que, a pesar de haber empleado las diferentes estrategias de tratamiento, expuestas

anteriormente, la hipoxemia e hipercapnia sean refractarias. Es una técnica de soporte vital que permite el soporte respiratorio y/o circulatorio de manera temporal. El objetivo es mantener un adecuado grado de oxigenación, eliminación de las partículas de CO₂, y evitar la lesión pulmonar inducida por el ventilador (19).

Existen dos modalidades en función de los objetivos terapéuticos. Por un lado, contamos con la modalidad veno-venosa que está indicada para soporte únicamente respiratorio hasta recuperación pulmonar o trasplante de pulmón, y por otro lado la veno-arterial indicada tanto para soporte respiratorio como circulatorio. En la actualidad, en aquellos pacientes COVID-19 grave que requieren empleo de ECMO, se emplea en combinación con ventilación protectora pulmonar y otras medidas de soporte ventilatorio (28).

3.3 Evolución del ECMO y su papel actual en el tratamiento del SDRA

3.3.1 Historia del ECMO

Los inicios y la evolución del ECMO está muy ligada a la historia de la circulación extracorpórea (CEC), que comienza en 1930 con el Dr. Gibbon. En este primer momento el funcionamiento de los circuitos CEC se basaba en el empleo de discos rotatorios como pieza clave del oxigenador, y en 1953 se empleó por primera vez en una cirugía cardíaca (29). En 1954 evoluciona la mecánica al sistema de oxigenación por burbujas, pero este seguía siendo insuficiente ya que continuaba generando complicaciones (29). En 1957 el Dr. Kemmermeyer desarrolla un oxigenador de silicona que posibilita el intercambio gaseoso mediante diferencia de presiones, dando lugar al empleo del término ECMO. En 1972, se empleó el ECMO en un paciente de veinticuatro años con SDRA con una supervivencia de 75 horas y en este mismo año se empleó por primera vez en niños, por Bartlett. En los 90 se compone un comité relacionado con el uso del ECMO, denominado Extracorporeal life support (ELSO) a partir del cual el ECMO adquiere difusión mundialmente (29). Se comenzó a utilizar el ECMO-VA en población adulta como tratamiento del fallo respiratorio, lo que generaba la producción de resultados desfavorables. Sin embargo, con la aparición del estudio CESAR en 2010, se observa como el ECMO-VV en pacientes con fallo respiratorio genera resultados esperanzadores incrementando el interés del uso de esta terapia en el paciente adulto. Este mismo año tiene lugar la pandemia de gripe (H1N1), lo que aumenta el uso del ECMO (29). Se aumentó así de un 56 a un 70% la tasa de supervivencia de los pacientes con SDRA grave tratados con ECMO entre el 2006 y 2010 (30). Actualmente, vivimos de nuevo una

situación de pandemia en la que el soporte ventilatorio cobra vital importancia, en especial la terapia con ECMO-VV. Los expertos aconsejan utilizar las indicaciones ya existentes, en concordancia con los recursos y las posibilidades de cada hospital, para llevar a cabo la terapia en pacientes COVID-19 con hipoxemia refractaria (19).

3.3.2 Funcionamiento del ECMO

El circuito ECMO consiste en la extracción de sangre con niveles bajos de PaO_2 , es decir sangre venosa, que será impulsada a través de una bomba hasta llegar a un oxigenador, es en este momento cuando la sangre se oxigena incrementando la PaO_2 , y eliminando el CO_2 resultante de la respiración celular de los tejidos corporales. Posteriormente esta sangre será reintroducida en el paciente (29). Para ello contamos con un circuito estándar formado por:

- **Cánulas.** Es la parte del dispositivo que se inserta en el cuerpo del paciente para canalizar la vía y permitir la conexión del paciente con el ECMO. En función de la modalidad elegida, la canulación será diferente. En el caso de ECMO-VV, hay una cánula de drenaje situada en la vena femoral o yugular interna, y otra de entrada o retorno a la aurícula derecha a través de yugular interna o femoral. Recibe este nombre porque ambas cánulas están insertadas en vasos venosos centrales del paciente. Por otro lado, en el caso de ECMO-VA la sangre del paciente es drenada a través de la inserción de una cánula en una vena central (yugular interna o femoral) y retorna al paciente a través de una cánula insertado en un vaso arterial (arteria femoral, axilar o aorta ascendente) (29).
- **Líneas.** Es la continuación a nivel longitudinal de la cánula donde circula la sangre entre las diferentes partes del circuito (29).
- **Bomba de propulsión.** El objetivo principal es impulsar la sangre del paciente hacia el oxigenador. Suele estar situada entre el paciente y la membrana oxigenante, es decir, en la línea venosa o de drenaje. Existen dos tipos de bombas, ambas generadoras de un flujo sanguíneo continuo y unidireccional:
 - ❖ Bomba por rodillos. Es aquella en la que el flujo sanguíneo se genera mediante compresiones en el tubo de la línea de drenaje (29).
 - ❖ Bomba centrífuga. En esta ocasión el flujo sanguíneo se genera a través de un campo magnético mediante la rotación de un eje acoplado a un disco (29).

Cabe destacar que el depósito, especialmente la bomba, cuenta con dispositivos de seguridad que evitan la inactivación de ésta en caso de interrupción de la fuente de energía o durante el transporte del paciente (31).

- **Oxigenador.** Compuesto por dos cámaras separadas por una membrana semipermeable, conocida como membrana de oxigenación. Deben de estar fabricadas con fibras de polimetilpenteno pues son más resistentes y eficaces que las compuestas por otros materiales como silicona o polipropileno. En una de las cámaras, se introduce una mezcla de gases conocidas como *gas fresco* y en la otra cámara fluirá la sangre previamente extraída del paciente. A través de la membrana semipermeable tiene lugar el fenómeno de difusión entre la sangre del paciente y el gas fresco, lo que permite la oxigenación de ésta y la eliminación de CO₂. El gas fresco está compuesto por una mezcla de gases que se ajustan en función de la FiO₂. La oxigenación de la sangre postmembrana es directamente proporcional a la concentración de O₂ de esta mezcla. Por otro lado, la eliminación de CO₂ está determinada por la velocidad del flujo del gas fresco, si se aumenta la velocidad de ésta aumentará de forma proporcional la eliminación de CO₂ (31).
- **Intercambiador de calor.** Se conecta al oxigenador para evitar el riesgo de hipotermia. Se encarga de circular agua a una temperatura previamente seleccionada (aproximadamente 37°C) para que por convección se consiga una temperatura a nivel sanguíneo óptima (29).
- **Consola.** Proporciona información sobre parámetros hemodinámicos y bioquímicos, y cuenta con avisos de los dispositivos de seguridad. Además, es la fuente de energía de la bomba, y la responsable de la regulación de las revoluciones del flujo sanguíneo. Sin embargo, no todas las consolas son iguales, el diseño de ésta depende del tipo de dispositivo ECMO empleado (29).

De esta manera, gracias a todos estos componentes conseguimos que la sangre se oxigene, independientemente de pasar por el circuito sanguíneo pulmonar. Esto favorece también que el pulmón pueda “descansar” y recuperar su función de manera gradual.

3.3.3 Efectividad y mortalidad asociada a ECMO

Como hemos comentado con anterioridad el uso del ECMO en pacientes con SDRA es muy controvertido, al igual que su uso en pacientes COVID-19 al ser un tema tan reciente. Las principales preguntas que surgen son si el ECMO puede mejorar la supervivencia en

pacientes con SDRA grave, es decir, si es realmente efectivo como tratamiento de rescate (32). Ciertos estudios manifiestan que el apoyo con terapia de rescate ECMO mejora la supervivencia en pacientes con SDRA grave, ya que la ventilación mecánica ultraprotectora junto con el ECMO disminuye lesiones tanto a nivel pulmonar como renal (32). Como punto negativo se ha visto que en los pacientes sometidos a ECMO se incrementaron las tasas de hospitalización y de estancia en UCI (32). Además, otros estudios aseguran una notable mejoría en el cociente PaO_2/FiO_2 en los pacientes tratados con ECMO con respecto a los que no estaban tratados con ello, marcando una mortalidad del 57,89% (30). En contraposición el estudio *EOLIA (ECMO to Rescue Lung Injury in Severe ARDS)* muestra resultados de no mejora en la supervivencia en este tipo de pacientes. Estos resultados dispares pueden estar relacionados con los distintos diseños empleados en cada estudio (32). Las conclusiones a las que llegan *Aretha et al.* (33) es recomendar dejar el uso de ECMO como terapia de rescate en pacientes con SDRA grave hasta que se realicen estudios de mayor calidad, pues la mayoría de ellos tiene una población de estudio pequeña y requieren mayor profundidad.

Con respecto al empleo de la terapia de rescate ECMO en pacientes con SDRA secundario a COVID-19, se deben tener muy claras las indicaciones de uso, que expondremos más adelante. El empleo de esta terapia está recomendado principalmente en pacientes jóvenes sin comorbilidades existentes, aunque se use siempre que proceda y esté indicado (34). Hemos observado en diversos casos clínicos como el de *Park et al.* y *Rajdev et al.* (35) que se está utilizando el ECMO en pacientes COVID-19 aunque su uso sea controvertido. Sin embargo, *Giraud et al.* (36) realizaron una revisión bibliográfica y un metaanálisis con un total de 1055 pacientes infectados por COVID-19 con SDRA grave, en el que se observó una disminución de la mortalidad a los 60 días en aquellos pacientes tratados con ECMO-VV en comparación con los tratados con VM. De hecho, tal y como recoge *Kim et al.* (37), se han observado beneficios en la implementación precoz del ECMO en pacientes con SDRA moderado pues se produce un descenso de las lesiones pulmonares provocadas por el ventilador.

Cabe destacar, que, al encontrarnos en una pandemia mundial, la Organización de Soporte Vital Extracorpóreo (ELSO) emitió una guía para el uso de ECMO en pacientes COVID-19, dado el creciente número de pacientes con hipoxemia refractaria; enfatizando la importancia de la experiencia y la capacitación de los profesionales al cuidado de estos individuos (18). Esta terapia se emplea en combinación con maniobras de soporte

ventilatorio destacando principalmente el DP y la ventilación pulmonar protectora, de esta manera se obtienen resultados no concluyentes sobre la tasa de supervivencia, pero sí alentadores (35,38). Se han observado mejoras en la clínica de aquellos pacientes que han sido tratados previo a la implementación del ECMO con maniobras de reclutamiento, en concreto, el DP (36). De esta manera, al obtener los resultados que proporciona el posicionamiento en prono, facilita la orientación para poder decidir el tratamiento que mejor convenga en función de la clínica y necesidades de cada paciente (37). En cuanto al uso del DP durante la terapia con ECMO, se ha visto que son igual de eficaces y seguras, siempre que se lleve a cabo en ausencia de inestabilidad hemodinámica y/o otras contraindicaciones frente a este posicionamiento (hemoptisis masiva, trombosis venosa profunda tratada durante menos de 2 días, o tubo de tórax (9). Para adoptar una correcta posición en DP, en primer lugar, se posicionará al paciente en decúbito lateral, pues favorece la valoración de su adaptación a nivel hemodinámico del cambio de posición (39). De hecho, *Schmidt et al.* (9) recogen en su documento los resultados de un estudio retrospectivo realizado en 2019 en el que se mostraron tasas de supervivencia y por tanto de destete más altas, tras incorporar el DP durante el tratamiento con ECMO-VV en pacientes con SDRA grave. Se debe tener en cuenta que las personas sometidas a DP requieren unos cuidados específicos no solo de monitorización, sino enfocados a la identificación y control de complicaciones derivadas de esta terapia coadyuvante (39). Entre estas podemos encontrar: extubación, inestabilidad hemodinámica, úlceras por presión (UPP), falta de sedación adecuada (18), edema facial, abrasiones de la córnea y lesión del plexo braquial (40).

3.4 Indicaciones y contraindicaciones de ECMO VV

Como expusimos, la terapia con ECMO proporciona soportes a nivel respiratorio (ECMO-VV) y circulatorio (ECMO-VA). Las indicaciones de ECMO, independientemente del soporte a emplear, serían insuficiencia respiratoria hipoxémica, insuficiencia respiratoria hipercápnica, shock cardiogénico y parada cardíaca (31). Las dos primeras indicaciones estarían relacionadas con una terapia de soporte respiratorio, y las siguientes con soporte circulatorio. Debido a que nuestro tema se centra en una infección a nivel respiratorio, como es el COVID-19, a partir de ahora nos centraremos exclusivamente en la terapia de soporte respiratorio con ECMO-VV. En esta línea, el informe ELSO muestra las principales indicaciones de ECMO-VV, siendo éstas la

neumonía bacteriana (61% mortalidad), neumonía viral (65% mortalidad) y SDRA secundario a postoperatorio o traumatismo (57% de mortalidad (31)).

Se debe evaluar la necesidad de iniciar la terapia con ECMO cuando se observa un estado de hipoxemia e hipercapnia persistente pese al uso de técnicas de ventilación avanzadas (ventilación mecánica V_t de 6 mL kg^{-1} y PEEP de ≥ 5 cm H_2O y medidas de reclutamiento pulmonar (DP)), y optimización del paciente. Es importante destacar que no se debe retrasar la implementación del ECMO, pues un inicio temprano supone mayor índice de supervivencia (41). A la hora de estudiar el uso de esta terapia debemos tener en cuenta los siguientes parámetros gasométricos (véase *tabla 13*).

PARÁMETROS GASOMÉTRICOS A TENER EN CUENTA EN EL INICIO DE TERAPIA CON VV-ECMO (29,41)
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg con PEEP ≥ 5 y/o Murray Score 2-3
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ con $\text{PaCO}_2 > 80$ mmHg durante > 1 hora.
$\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2 < 80$ mmHg durante ≥ 6 horas y/o PEEP > 10 cm H_2O y/o Murray Score 3-4
$\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2 < 50$ mmHg durante ≥ 3 horas
pH < 7.20 (acidosis refractaria)

Tabla 13. Parámetros gasométricos a tener en cuenta en el inicio con ECMO. Fuente: Lango et al (41)

Siguiendo estos parámetros, el consenso ELSO elabora en su guía un algoritmo de actuación para aquellos casos de persistencia de hipoxemia refractaria pese a manejo conservador en pacientes con una relación de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg que desarrollen empeoramiento de esta (18). Asimismo, la terapia de soporte con ECMO presenta ciertas contraindicaciones. El consenso de ELSO expone la no existencia de contraindicaciones absolutas explicando así, que se debe evaluar de manera individualizada el equilibrio riesgo/beneficio teniendo en cuenta la situación clínica de cada paciente (31). Aun así, algunos autores hablan de las siguientes situaciones como contraindicaciones, relativas o absolutas, frente a la terapia con ECMO (véase *tabla 14*). Durante la situación de pandemia que hemos vivido era primordial realizar un adecuado y equitativo reparto de los recursos, por ello muchas contraindicaciones que antes se consideraban como relativas se consideran por algunos autores como absolutas; tal y como podemos observar en ciertos documentos como el elaborado por *Jacobs et al.* (42)

Contraindicaciones a tener en cuenta (41)
VM con más de 7 días de evolución
Enfermedad sistémica grave con pronóstico desfavorable, independientemente del tratamiento empleado para el SDRA
Daño irreversible en el sistema nervioso central como encefalopatía
Cirrosis con ascitis y antecedentes hemorragia por varices esofágicas
Enfermedad respiratoria crónica con mal pronóstico
Neoplasia asociada a pronóstico desfavorable
Hemorragia intracraneal y otras posibles contraindicaciones para la anticoagulación y transfusión (38)
Hipertensión pulmonar crónica en estadio grave (Presión arterial pulmonar media >50 mmHg)
Insuficiencia ventricular izquierda grave (FEVI < 25%)
Insuficiencia ventricular derecha anterior a la aparición de hipoxemia
Rechazo por parte del paciente de no emplear terapia ECMO
Edad > 70 años
Inmunodepresión por síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA)
Peso por encima de los 150 kg
Insuficiencia multiorgánica refractaria grave (9)

Tabla 14. Contraindicaciones a tener en cuenta en el empleo del ECMO. Fuente: Lango et al (41)

3.5 Cuidados enfermeros en terapia con ECMO

El papel de la enfermera es clave en los cuidados de los individuos sometidos a terapia con ECMO, pero estos no solo tienen lugar una vez iniciada la terapia, sino que también deben llevarse a cabo antes de la implantación y tras el destete de este. Por todo ello, a continuación, recogeremos los cuidados enfermeros que se pondrán en marcha en cada una de estas fases del proceso de enfermedad.

→ Cuidados de enfermería en la preimplantación del ECMO.

La inserción de las cánulas del ECMO-VV no requiere de cirugía, ya que se realiza de forma percutánea siendo la inserción de tipo periférico. Los cuidados a realizar al paciente previos a la inserción son los referidos principalmente a la preparación tanto del paciente como de la técnica. En cuanto al paciente se llevará a cabo el rasurado del vello de área inguinal, torácica y muslos. Posteriormente, se lavará el área quirúrgica con clorhexidina jabonosa y se marcará la zona con clorhexidina 2% o povidona yodada. A continuación, se monitorizará al paciente con ECG, presión arterial invasiva en arteria radial derecha a poder ser, se colocará catéter Swan-Ganz para monitorizar la PVC, índice

cardíaco/presión capilar y pulmonar, resistencias vasculares, pulsioximetría, BIS, diuresis, y temperatura central. Además, colocaremos los parches de desfibrilación en aquellos casos en los que se precise. También se llevará a cabo la canalización de al menos una vía venosa periférica (VVP) y se confirmará la colocación de sondaje vesical, a ser posible con control de temperatura. Finalmente, cabe mencionar, que es necesario la extracción de una analítica previa para estudio de hemograma, bioquímica, coagulación completa, gasometría arterial y pruebas cruzadas (29). Por otro lado, debemos tener en cuenta la preparación de la técnica y material necesario en la que destacamos la preparación del dispositivo ECMO con las cánulas a insertar seleccionadas, colocación del paciente en posición Trendelenburg y anticoagulación de éste con heparina en dosis de 1mg/kg con el objetivo de mantener un ACT>200s (29).

Disponemos de kits de canulación que contienen todo lo necesario para realizar la inserción de las cánulas, la cual se realiza siguiendo la técnica Seldinger (29). Las cánulas venosas empleadas en los adultos suelen tener una longitud de aproximadamente 50-70 cm y un calibre de 19-25Fr, estando multiperforadas en el extremo distal. Por otro lado, las cánulas arteriales tienen menor longitud (20-40 cm). El flujo sanguíneo presenta una relación inversamente proporcional con el diámetro de la cánula de retorno, por lo que a mayor diámetro de la cánula mayor optimización del flujo. Existen sistemas ECMO con cánulas de doble lumen que permiten que tanto el drenado como el retorno tengan lugar en el mismo vaso central, favoreciendo la movilidad del paciente (31). Tras la colocación de las cánulas se procede a su comprobación a través de una ecocardiografía y tras ello se fijarán y cubrirán con un apósito. A continuación, se conectarán a las diferentes líneas del circuito ECMO y tendrá lugar su puesta en marcha. Por último, se aumentarán las revoluciones/minuto de la bomba de forma gradual hasta obtener los siguientes parámetros hemodinámicos/gasométricos: Flujo de 4-5 l/min, SVO₂ 75-80%, SaO₂ >95% (29).

→ Cuidados de enfermería durante el tratamiento ECMO.

Una vez realizada la inserción de las cánulas, existen una serie de cuidados generales que no debemos olvidar. Estos son los cuidados de confort mediante sedoanalgesia y la vigilancia tradicional de las constantes en los pacientes críticos. No obstante, existen una serie de cuidados específicos a tener en cuenta, entre los que se encuentran (29):

- Vigilancia de la presión arterial (PA). La monitorización será horaria e invasiva. Las primeras horas tras la implantación observaremos una hipotensión mediada por la vasodilatación secundaria a la reacción inflamatoria que genera la puesta en marcha del tratamiento con ECMO. Es posible que en esta primera fase se necesiten fármacos vasopresores para conseguir una presión arterial media diana de 65 mmHg. Tampoco debemos permitir que una vez mediada la respuesta antiinflamatoria las cifras de PA sean elevadas, pues se produciría una resistencia al retorno de la sangre oxigenada por el ECMO (29).
- Vigilancia gasométrica. Son esenciales a la hora de conocer el estado de la ventilación y la oxigenación del individuo, comprobando el correcto funcionamiento del oxigenador del ECMO. En función de los resultados obtenidos tanto en gasometrías venosas como arteriales podemos corregir los parámetros de la VM y del ECMO para individualizar estas terapias y conseguir mejores resultados. Es más, los parámetros a observar en las gasometrías pueden alertarnos de la formación de coágulos del sistema ECMO o la necesidad de cambio de este (29).
- Vigilancia de la anticoagulación. El objetivo del tratamiento con anticoagulantes es mantener durante la implantación del ECMO una ACT de 150-180s para flujos del ECMO mayores de 2,5 lpm, y entre 180-200s para flujos inferiores. Por el contrario, el control de la anticoagulación durante el mantenimiento se realizará a través de la APTT siguiendo la siguiente pauta: entre 50-70s si el flujo es superior a 2,5 lpm, y entre 70-90s si es inferior. Los controles se realizarán en las primeras 24h tras la implantación con una periodicidad de 1-2 horas, pasadas las mismas se llevarán a cabo cada 6-8 horas. El anticoagulante de elección será la heparina sódica no fraccionada, siempre y cuando no existan contraindicaciones para su uso, en tal caso se emplearía bivalirudina, ya que tiene ciertas ventajas como su bajo coste o su posibilidad de revertir, con la administración de protamina (29).
- Vigilancia de posibles hemorragias. En el caso de que se produzca un sangrado excesivo a consecuencia de alguna complicación, lo primero que debemos hacer es detener la anticoagulación y corregirla (29).
- Vigilancia de anemias. Debemos llevar a cabo un control del recuento de hematíes, teniendo en cuenta que nuestro objetivo es mantener un hematocrito del 30%. Evaluaremos este con periodicidad para valorar así la necesidad de transfusión de

hematíes (29). La revisión de *Freitas Chaves et al.* (31), establece como criterio de transfusión, disponer de un recuento de plaquetas por encima de 50.000 células/ mm³ cuando exista un sangrado activo, y en los casos en los que no esté presente este sangrado, por encima de 20.000 células/ mm³. Asimismo, se plantea como objetivo principal tener valores de hemoglobina mayores o iguales a 8g/dL, y fibrinógeno por encima 100 mg/dL (31).

- Vigilancia de la temperatura corporal. Debemos comprobar la temperatura para asegurarnos de que esta parte del circuito no falla, manteniendo así una normotermia (29).
- Vigilancia del equilibrio hidroelectrolítico. Una de las complicaciones de estos pacientes es la IRA, por ello es fundamental llevar a cabo un balance hídrico diario y por turno para valorar la necesidad de terapias dietéticas agresivas e incluso de sustitución renal para mantener un adecuado equilibrio hidroelectrolítico. La pérdida de este equilibrio puede producir una retención de líquidos que conlleve una exacerbación del edema y anasarca, complicaciones que empeorarían la evolución y clínica de los pacientes (29).
- Vigilancia de la nutrición. Las necesidades calóricas de estos pacientes son mayores debido al aumento de la actividad metabólica caracterizada por un catabolismo acelerado secundario a la respuesta inflamatoria. Si no se toman medidas puede derivar en un estado de desnutrición que sería un obstáculo más en la evolución y recuperación del individuo. Por todo ello, se debe iniciar de forma temprana la nutrición, a las 24-48 de la implementación del tratamiento con ECMO, a ser posible por vía enteral (29).
- Vigilancia de los accesos venosos. La limpieza y desinfección de los puntos de inserción se debe realizar cada 24 horas. Se llevará a cabo utilizando productos libres de alcohol sobre las cánulas y líneas. Una vez realizada se valorarán los signos de infección y se secará la zona, teniendo en cuenta durante todo el proceso que se ha de evitar la tracción o desplazamiento de las cánulas. Por último, si observamos sangrado activo en algún punto debemos cubrirlo con compresas estériles, almohadillando las cánulas en aquellos puntos en los que puedan ocasionar lesiones cutáneas al ejercer presión sobre la piel (29).

Además de estos cuidados específicos no debemos olvidarnos de la observación de posibles complicaciones, ya que no solo debemos evitarlas si no también prevenirlas. Todo esto ayudará a que la persona tenga una buena evolución clínica y poder retirar cuanto antes la terapia de soporte ventilatorio con VV-ECMO (29).

→ Cuidados de enfermería en la retirada del ECMO.

La retirada tendrá lugar cuando se consiga una mejoría en cuanto a parámetros gasométricos y ventilatorios de la función pulmonar. Una vez alcanzado dicho objetivo, iniciaremos o mantendremos la ventilación pulmonar protectora en el caso de que no se hubiese puesto en marcha con anterioridad. A continuación, se procede a la suspensión del gas del oxigenador del ECMO, sin embargo, el flujo de sangre se mantiene constante no siendo necesario reducirlo durante el proceso de retirada. Mantendremos el flujo de bomba de 2 lpm hasta la retirada y hasta ese momento tendremos a la persona monitorizada de manera estrecha para comprobar que consigue una estabilidad hemodinámica y gasométrica y ajustar los parámetros del ventilador (29).

Una vez que se haya decidido la retirada definitiva del circuito se reducirá el flujo de la bomba a 0,5 lpm y se clamparán la línea arterial (extracción de la sangre) y venosa (reposición sangre oxigenada), en este orden. Después, se irán reduciendo progresivamente las revoluciones del circuito hasta la desconexión (29).

Por último, tendrá lugar la retirada de las cánulas por parte del equipo médico-quirúrgico. Tras su retirada debemos controlar el estado de coagulación por lo que se detendrá la perfusión de heparina y se inactivará usando sulfato de protamina, su antídoto (1 mg/kg). Además, se ha de realizar a los quince minutos un control analítico de los parámetros de coagulación para observar si se encuentran en rangos fisiológicos, en especial la ACT que ha de estar en valores basales de entre 90-100 s (29).

3.6 Complicaciones de la terapia con ECMO

Durante el tratamiento con la terapia de soporte ECMO se pueden producir diferentes complicaciones. En la revisión de *Freitas Chaves et al.* (31) se observó en un análisis de 265 pacientes con SDRA, que el 31% de ellos requirió de algún reemplazo del sistema a consecuencia de la producción de complicaciones relacionados con fallos en el mismo. De ese 31%, el 45% de ellos requirió de un reemplazo inmediato. Además, la complicación más frecuente, es la formación de coágulos en la membrana del oxigenador

o en la bomba de propulsión. A la hora de analizar las posibles complicaciones del ECMO las dividiremos en los siguientes grupos: *relaciones con el circuito ECMO, relacionadas con la canulación y relacionadas con la afectación fisiológica secundaria a ECMO* (31).

3.6.1 Relacionadas con el circuito ECMO

1. Fallo en la membrana de oxigenación. La formación de coágulos es la principal causante de los fallos en el oxigenador. Para detectarlos y prevenirlos una de las medidas con mayor utilidad y sencillez es la inspección visual de manera rutinaria del sistema. Por otro lado, contamos con la monitorización de este que nos informará sobre posibles indicadores de formación de coágulos como la disminución de la PaO₂ postmembrana, un gradiente de presión transmembranal en aumento, e incremento gradual de flujo de gas fresco y dímero D. Este último se puede medir de forma diaria con la finalidad de detección de formación de coágulos en el sistema y por tanto prevenir posibles fallos en la membrana de oxigenación (31).

Hay una serie de factores que incrementan el riesgo de la formación de estos trombos, como la anticoagulación inadecuada, coagulación intravascular diseminada (CID), trombocitopenia inducida por tratamiento con heparina o existencia de déficit de antitrombina III. La incidencia de esta complicación en pacientes adultos con ECMO-VV es de 9.1% (31).

2. Rotura, desconexión o embolia gaseosa del circuito ECMO. Cualquiera de estas tres complicaciones puede suponer la interrupción inmediata del ECMO, y pueden producirse en todos los componentes del sistema. Aun así, debemos tener en cuenta el área en el que tienen lugar, para comprender así lo que supone y cómo actuar. Las roturas producidas post-bomba de propulsión, en las que la línea tendría una presión positiva, puede desencadenar en una hemorragia masiva que conlleve a la exanguinación del individuo. Ante una situación así se debe llevar a cabo una sujeción inmediata paralizando de forma temporal el soporte circulatorio mientras se reemplazan los componentes afectados. Las roturas que se generan pre-bomba o lo que es lo mismo en la línea de extracción, habrá una presión negativa, lo que podría provocar una embolia gaseosa. En este caso, al igual que el anterior, habría que llevar a cabo el reemplazo de los componentes del circuito que estén afectados (31).
3. Formación de coágulos en el sistema. La guía ELSO recomienda que antes del comienzo del ECMO se debe realizar una evaluación de la hemostasia mediante

pruebas como hemograma, tiempo de protrombina, fibrinógeno, dímero D, antitrombina, tromboelastografía o tromboelastometría. Esto permite una identificación y corrección precoz de los posibles trastornos de la coagulación existentes, favoreciendo el equilibrio entre hemostasia y trombosis (31).

3.6.2 Relacionadas con la canulación

1. Trombosis de la cánula. Existe riesgo de formación de coágulos que debe estar controlado con una adecuada anticoagulación. Debemos tener en cuenta, que tal y como se ha observado en algunos estudios como el de *Beyls et al.* (43), la infección grave por COVID-19 podría asociarse a un estado de hipercoagulación y por tanto mayor riesgo de tromboembolismo, aunque hasta hoy no existen datos que relacionen estas alteraciones de la coagulación con el Sars-CoV 2 en pacientes con SDRA grave tratados con ECMO. En esta línea la ESLO sugiere mantener las recomendaciones de anticoagulación existentes teniendo presente que se puede aumentar la anticoagulación hasta los parámetros más altos dentro de los índices normales de ECMO-VV dada la posible hipercoagulación de los pacientes COVID-19 (43).
2. Riesgo de hemorragia. El 20% de ellas se producen durante la canulación. Este sangrado es fácil de controlar, pero tiene una dificultad y es el desconocimiento de la pauta de anticoagulación a utilizar de forma precisa. Sin embargo, se puede prevenir a través de una atención exhaustiva a posibles indicadores de hemorragia como el empleo de tratamiento antiagregante y/o antitrombótico pre-ECMO, antecedentes personales de insuficiencia renal y/o hepática a consecuencia de un shock cardiogénico, y uso de tratamiento pre-hemostático. Todos ellos se tienen que evaluar de forma periódica, porque si no los prevenimos se va a provocar una respuesta inflamatoria y protrombótica generalizada. Esto desencadenaría en la activación y agregación en la superficie del circuito de las plaquetas que se traduce en una trombocitopenia y, por tanto, en un elevado riesgo de sangrado (44).
3. Problemas isquémicos. Estos problemas pueden tener diversas etiologías desde mala colocación de la cánula, trombosis de la cánula o incluso el propio diámetro de estas. Para prevenirlas debemos realizar un control exhaustivo a nivel hemodinámico de los individuos sometidos a ECMO, lo que requiere observar de manera rutinaria y frecuente la temperatura corporal y de los miembros, los pulsos periféricos y centrales, la coloración y perfusión tanto de la piel como a nivel más distal. En cuanto

a medidas más específicas para solucionar problemas mecánicos de las cánulas, en el caso de que se esté produciendo isquemia en los miembros inferiores, se opta por la canulación retrógrada (44).

3.6.3 Complicaciones a nivel fisiológico relacionadas con el ECMO

1. Hemorragia intracraneal. Es una de las complicaciones más problemáticas y temidas ya que requiere de un manejo de elevada complejidad, necesitando realizar un control exhaustivo entre la hemorragia y la anticoagulación necesaria, sin embargo, su fisiopatología en pacientes sometidos a ECMO es incierta. El informe ELSO, indica una incidencia del 2.2% en pacientes con ECMO-VV (31).
2. Lesión renal aguda. A pesar de tener una fisiopatología desconocida en estos individuos, la hipótesis más apoyada es que está relacionada con la respuesta inflamatoria generalizada, la disminución de volumen a nivel intravascular y en consecuencia la hipotensión arterial, hipoperfusión tisular y la hemólisis; secundarias al tratamiento con ECMO. Sin embargo, se encuentra avalada por la evidencia la existencia de una relación entre la lesión renal y un mayor índice de mortalidad y costos sanitarios. La lesión renal aguda tiene una incidencia del 9.3% en ECMO-VV según el informe de ELSO (31).
3. Complicaciones infecciosas. En la terapia con ECMO se emplean diferentes dispositivos invasivos, por lo que genera un incremento en el riesgo de infección en el torrente sanguíneo. El diagnóstico de ésta presenta cierto nivel de dificultad, debido a que los signos y síntomas típicos de una infección pueden no estar presentes (31). Es más, esta sintomatología que debemos vigilar puede parecer normal, pues, por ejemplo, los pacientes con ECMO suelen sufrir un aumento de leucocitos por la propia extracción de la sangre y consecuente respuesta inflamatoria. Incluso la fiebre puede considerarse una respuesta fisiológica secundaria al intento de contrarrestar la pérdida de calor que tiene lugar en la terapia con ECMO, es decir, el individuo no tiene capacidad de tener una respuesta febril secundaria a consecuencia del continuo calentamiento de la sangre (31). Puesto que el diagnóstico es complicado hay centros que toman medidas de vigilancia rutinarias, que es una buena estrategia para detectarlas de manera precoz, pero no está recomendado la profilaxis de estas con uso de antibióticos. Esto se debe a que en la terapia con ECMO la distribución y dosificación de los antibióticos es incierta, pues gran parte de ellos pueden ser

adsorbidos por los productos bioactivos y biopasivos que cubren el circuito ECMO (31). Por todo ello, el consenso ELSO aconseja en su informe el uso de un antibiótico apropiado siempre que exista una infección registrada. Además, se estima una incidencia de infección del 17.5% en ECMO-VV en adultos siendo alguno de los patógenos más comunes *Cándida* (12,7%), *Pseudomona aeruginosa* (10,5%) y *Staphylococcus aureus* (9,4%) (31).

4. Alteraciones gasométricas. Es necesario un mantenimiento adecuado de los valores de FiO_2 y flujo de aire en el ECMO, así como una vigilancia de los fenómenos de recirculación entre cánulas, ya que si no se realiza se van a obtener valores gasométricos elevados en el dispositivo y alterados en el paciente (29).

Todas estas complicaciones se deben vigilar para evitar el empeoramiento de aquellos individuos sometidos a tratamiento con ECMO-VV. Esto se traduce en un control exhaustivo y continuo de los signos y síntomas por parte del personal de enfermería, garantizando un cuidado basado en la calidad y excelencia.

3.7 Papel de la enfermera en el cuidado del paciente con ECMO

3.7.1 Monitorización y vigilancia por sistemas

Además de tener en cuenta la vigilancia e inspección del circuito ECMO para la prevención de complicaciones; los y las profesionales de enfermería que proporcionan cuidados a individuos bajo terapia ECMO-VV deben encargarse del adecuado mantenimiento de los accesos venosos; asegurar el confort mediante medidas de sedación y analgesia, administración de terapia farmacológica, fluidoterapia, productos sanguíneos, control postural y medidas de higiene e hidratación, y responder a las alarmas del circuito. Implica una atención exhaustiva, continuada e individualizada al paciente (45). A continuación, se exponen una serie de recomendaciones a tener en cuenta en el paciente con ECMO por sistemas (45).

- Sistema respiratorio. La vigilancia de parámetros respiratorios y gasométricos facilitará la vigilancia y prevención de barotraumas. Además, el personal de enfermería se encargará de la detección de neumotórax, signos de distrés respiratorio, presencia de secreciones traqueobronquiales y alteraciones en la perfusión tisular mediante una valoración continua. Por otra parte, se recomienda el uso de sistemas de aspiración cerrado para evitar la pérdida de la PEEP establecida, generación de

aerosoles en pacientes COVID-19, y desconexiones innecesarias que interfieran en el patrón respiratorio. También se considera oportuna la realización de una traqueostomía precoz en aquellos pacientes en los que no se prevé una retirada temprana del ECMO coincidiendo con la recomendación recogida en el informe ELSO, que añade la necesidad de realizar radiografías de tórax diarias que informen de la evolución pulmonar (45). A todo ello, se añade la realización de una gastrostomía endoscópica percutánea antes del comienzo con terapia de ECMO (45).

- Sistema cardiovascular. Se recomienda realizar una valoración horaria de ciertos parámetros como la producción de orina, temperatura de la extremidad en la que se encuentra insertada la cánula, tiempo de relleno capilar, fuerza de los pulsos distales o valores de la presión arterial sistémica. Con respecto a esta última, es necesario llevar a cabo un control del uso de catecolaminas para el mantenimiento de una presión arterial media (PAM) adecuada y una corrección de la resistencia vascular periférica disminuida. El sangrado gastrointestinal se ha de evaluar a través de las salidas de la sonda nasogástrica (SNG) y el control de sangre oculta en heces. Además de estos parámetros, también es necesario una evaluación de los niveles de hematocrito y plaquetas cada 2-4 horas, para evitar la presencia de sangrado. Por último, el ELSO recomienda la realización de procedimientos simples como canalización de VVP, punción capilar para control de glucemia, o colocación de sondas (nasogástrica o vesical), antes de la inserción de cánulas (45).
- Sistema neurológico. Es habitual el empleo de fármacos sedantes y agentes paralizantes, con el objetivo de disminuir las demandas de oxígeno y prevenir la retirada accidental de alguna de las cánulas del circuito. Los fármacos y escala que se utilizan para la evaluación del nivel de sedoanalgesia es algo controvertido, algunos autores emplean Midazolam y Fentanilo, y hacen uso de la escala de agitación/sedación de Riker, en la que los valores diana a obtener son de 2-3. Sin embargo, otros emplearon Propofol, Ketamina y Remifentanilo junto con el uso de la escala de Agitación y Sedación Richmond conocida por sus siglas en inglés RASS (Richmond Agitation-Sedation Scale). En esta última se establece una puntuación ideal entre -4 y -5. En último lugar, se añade la evaluación de manera periódica de la actividad pupilar para la detección de cambios a nivel neurológico, en el caso de que se observe se deberá comunicar al equipo médico para la realización de tomografía axial computarizada (TAC) cerebral (45).

- Sistema renal. Se debe realizar un control exhaustivo de líquidos teniendo en cuenta tanto la diuresis como la medicación, nutrición, deposiciones, vómitos y pérdidas insensibles del individuo, entre otros, para evitar complicaciones a nivel renal. Por ello se restringe el volumen de líquidos como medida de prevención frente al desarrollo de edema y congestión pulmonar. De igual modo, al ser personas con riesgo potencial de sufrir un desequilibrio hidroelectrolítico, es fundamental realizar un control exhaustivo de los electrolitos. Este se puede llevar a cabo mediante el análisis de ciertas pruebas de laboratorio como perfil bioquímico, hemograma o gasometría. En cuanto al tratamiento empleado para regular la función renal, la primera línea serían los fármacos diuréticos. Si estos no tuviesen éxito se emplearían las terapias de sustitución renal como los circuitos de hemodiálisis y ultrafiltración, que se conectarán al circuito ECMO. En la misma revisión se asume la conexión de estos sistemas sin utilizar los diuréticos como primera línea para la correcta eliminación renal (45).
- Sistema metabólico. Tal y como se recomienda por el ELSO, se sugiere optar por la nutrición enteral con el objetivo de mantener una ingesta calórica y tránsito gastrointestinal adecuado. No obstante, tal y como recoge el artículo de *Zaragoza Biot et al.* (45) también se recomienda el uso de nutrición parenteral total siempre y cuando esta no contenga contenido lípido, pues este podría obstruir el circuito del ECMO.
- Sistema tegumentario. No podemos olvidarnos de los cuidados de la piel. Es más, tal y como comenta *Freeman et al.* (45), la prevención de las UPP, aunque es un cuidado básico se considera como un reto en los pacientes críticos a consecuencia de sus características que hace que incremente su incidencia. Entre los indicadores de riesgo se encuentran: la parálisis muscular e inmovilidad a consecuencia del coma farmacológico inducido, el uso de vasopresores, desnutrición, alteración de la perfusión y otras comorbilidades como la obesidad. Ahora bien, podemos emplear medidas preventivas para reducir su riesgo de aparición. Estas comienzan con una evaluación previa del riesgo de padecerlas, que se debe llevar a cabo de manera rutinaria durante la higiene e hidratación de esta. En esta evaluación y continua reevaluación debemos tener en cuenta aquellas zonas con posible afectación como las prominencias óseas, en las que deben reducirse la presión ejercida, por lo que es necesaria la realización de cambios posturales, entre los que se incluye la elevación de los talones. Además, hay una serie de factores de riesgo que incrementan la

aparición de UPP como personas con bypass cardiopulmonar, síntomas de inestabilidad hemodinámica prolongada o presencia de anasarca (45).

Tras la exposición de las diferentes recomendaciones a tener en cuenta en el empleo del ECMO por sistemas, debemos monitorizar los siguientes parámetros de manera esencial (véase tabla 15).

Parámetros básicos a monitorizar (41)
Saturación de oxígeno mediante pulsioximetría
Gasometría arterial no menos de cada 3 horas
Presión arterial invasiva
Parámetros de función renal
Parámetros de VMI (volumen tidal, frecuencia respiratoria, FiO ₂ , PIP, PEEP, y compliance pulmonar)
Niveles de lactato en sangre
Tiempo de coagulación activada (ACT) y tiempo de tromboplastina parcial activada (APPT) cada <6 horas
Radiografía de tórax al menos cada 3 días
Parámetros del ECMO de manera horaria (tasa de flujo sanguíneo y velocidad de la bomba en revoluciones/minuto)
Presión venosa central (PVC) tiene un papel menos importante en estos pacientes, ya que la interpretación de esta se ve limitada por la succión de sangre activa por la bomba centrífuga.

Tabla 15. Parámetros que monitorizar en paciente con ECMO. Fuente: Lango et al (41)

3.8 Consideraciones a tener en cuenta en paciente COVID-19 con ECMO

Es importante tener en cuenta una serie de conceptos con respecto a la bioseguridad y protección personal, pues se ha visto que el adecuado uso de medidas de precaución por contacto y de transmisión aérea son fundamentales para la prevención de infección por SARS-Cov-2 entre los profesionales sanitarios (46). En lo que respecta a los equipos de protección personal (EPP), han de ser de nivel 3 pues la asistencia a estas personas es considerada de alto riesgo (19). El uso de este se incluye en los procedimientos de canulación, reemplazo del oxigenador y otros procedimientos invasivos relacionados con la terapia ECMO (46). El EPP nos protege siempre y cuando realicemos un uso adecuado lo que implica no solo ponérselo correctamente, si no también quitárselo, pues este último parece ser el proceso más delicado, motivo por el cual ambos deberían ser supervisados por un compañero de equipo. Todo ello ha de ir siempre acompañado de una rigurosa higiene de manos y una correcta eliminación del material contaminado (19). De cara a complementar la protección con EPP y a reducir el riesgo de contagio en el entorno se

recomienda usar, siempre que se disponga de ello, de dispositivos de protección respiratoria que cubran todo la cara o respiradores purificadores de aire. La guía de la OMS aconseja que las personas que padezcan SDRA por COVID-19 se encuentren en salas con presión negativa para reducir así la concentración de patógenos en el ambiente (19).

Con respecto a la desinfección nos referimos no sólo a aquella que concierne el entorno directo del paciente, sino también de todo el material que haya estado en contacto con éste. Cabe destacar, que si los instrumentos se utilizan en varios individuos se debe realizar su correcta desinfección después de usarse en cada paciente utilizando alcohol al 70% (19). Por último, hay que mencionar que se deben evitar los traslados innecesarios de estos pacientes, y si son imprescindibles se debe hacer a través del circuito preestablecido para personas COVID-19 positivas, con el objetivo de reducir el riesgo de transmisión con otros pacientes y profesionales de la salud, haciendo siempre que estos lleven mascarilla quirúrgica (47).

4. LIMITACIONES Y FORTALEZAS

Una de las limitaciones con las que nos hemos encontrado es que muchos de los artículos encontrados están escritos desde una perspectiva médica y no enfermera. Es más, al tratarse de un tema tan actual y en pleno auge, muchos de los estudios tanto experimentales como observacionales en cuanto al tratamiento con ECMO de SDRA secundario a infección por Sars-CoV 2, cuentan con una población muy reducida lo que supone en sí una limitación a la hora de extraer conclusiones y de extrapolarlo a realidad. Todavía se necesitan estudios de diversa tipología que analicen en mayor profundidad el creciente uso de estas terapias en pacientes con esta patología. En esta misma línea, hemos encontrado en las diferentes bases de datos, que en su mayoría los documentos relacionados con el SDRA están enfocados en pacientes no COVID-19. En los últimos meses se han publicado un mayor número de trabajos enfocados en el SDRA en pacientes COVID-19 y el manejo de este. Es un tema tan actual que muchas de las incógnitas y/o controversias que se plantean en este trabajo pueden llegar a estar resueltas a la hora de finalizarlo gracias a su creciente interés en la comunidad científica. Asimismo, es probable que al tener un criterio de inclusión enfocado al idioma hayamos limitado la lectura excluyendo posibles artículos de interés para el desarrollo de esta revisión narrativa. Esto supone que no podríamos decir que nuestros resultados estén completos.

Como fortalezas, destacamos la exposición de aquellos puntos claves en el manejo de la terapia ECMO, en la que se incluye la discusión sobre las peculiaridades en los pacientes Covid-19. Queremos destacar como fortaleza la actualidad del tema y la estrategia de búsqueda empleada, gracias a la cual pudimos obtener gran número de documentos para su posterior análisis y empleo en la elaboración de este trabajo.

5. CONCLUSIONES

Actualmente uno de los mayores problemas de salud pública y mundial es la afectación respiratoria causada por el patógeno Sars-Cov-2. Este y sus distintos serotipos pueden cursar con distintos niveles de gravedad de neumonía bilateral que desemboque en un SDRA. Esto ha provocado que ahora más que nunca se analicen las medidas de soporte ventilatorio existente y su uso en esta patología. Aquellos pacientes con SDRA moderado-grave son claros candidatos para recibir asistencia en UCI y muchos de ellos, con hipoxemia refractaria a los tratamientos de primera línea, a recibir tratamiento con ECMO. Debido al creciente número de personas en estas condiciones y de enfermeras requeridas para dar asistencia en UCI, es fundamental que se profundice en el estudio y conocimiento del manejo de estos. Es más, estos pacientes debido a todas sus complicaciones no solo fisiológicas, sino derivadas del tratamiento con circuito ECMO, se consideran de gran complejidad. Por otro lado, debemos tener en cuenta todas las características que pueden influir en esta estrategia terapéutica y, por tanto, en la evolución o recuperación de los individuos sometidos a ECMO, como son la edad y las comorbilidades.

Consecuentemente, se requiere un mayor conocimiento en lo que respecta a la terapia y funcionamiento del dispositivo ECMO, pues antes de la pandemia mundial por COVID-19 su uso estaba limitado, focalizado en pacientes mayoritariamente quirúrgicos. Además, debido a la complejidad de la terapia con ECMO es necesario que el equipo asistencial que lo lleve a cabo tenga cierta formación y experiencia en ésta. Por todo ello creemos necesaria la implementación de formación destinada a promover el manejo del soporte ventilatorio en SDRA, incluyendo el tratamiento con ECMO. De igual modo, hemos observado la carencia de protocolos actuales sobre el uso del ECMO hospitalario como terapia enfocada al soporte ventilatorio. Consideramos preciso la elaboración de futuros protocolos o guías que supongan un soporte en las unidades de cuidados críticos para el equipo asistencial a la hora de llevar a cabo este tipo de terapias, consiguiendo así una mayor calidad y seguridad en la asistencia clínica. Ambas propuestas reducirían también el clima de tensión, desmotivación e incluso miedo que han vivido y siguen viviendo los profesionales del equipo asistencial hoy en día.

Finalmente, además de la complejidad del manejo del ECMO, también nos encontramos con el manejo de pacientes con COVID-19. Al ser un virus no solo con una gran contagiosidad e infectividad, sino también muy virulento, es necesario llevar a cabo

medidas de protección a nivel individual y colectivo, con el objetivo de reducir el riesgo de exposición. Al inicio de la pandemia, los profesionales sanitarios han ejercido durante muchos meses sin protegerse con un equipo de protección adecuado, ya que se carecía tanto de material como de información sobre el mecanismo de transmisión del SARS-Cov-2. A todo ello se añade de manera adicional la dificultad que supone realizar las tareas y cuidados asistenciales por parte de las enfermeras con el EPP y toda la posterior desinfección. Aún queda mucho por mejorar en los cuidados de estos pacientes, pero creemos que las propuestas enumeradas ayudarán no solo a que como profesionales de la salud realicemos cuidados de excelencia y calidad, garantizando así tanto nuestra seguridad como la de las personas atendidas, sino a que también se reduzca el clima de tensión, desmotivación e incluso miedo que han vivido y siguen viviendo los profesionales del equipo asistencial hoy en día.

6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nos gustaría darle las gracias a nuestra tutora, María Lourdes Casillas, por su constante implicación, trabajo, dedicación, la motivación y apoyo que nos ha transmitido durante todo este proceso de trabajo. Estamos muy agradecidas por su participación y por transformar nuestro último proyecto como estudiantes de enfermería en una experiencia enriquecedora y muy gratificante.

Gracias también a nuestras familias por habernos acompañado, comprendido y apoyado durante nuestra formación universitaria, con la paciencia que esto requiere. Estaremos eternamente agradecidas.

Por último, y no por ello menos especial, muchas gracias a nuestras amigas y compañeras por acompañarnos en este viaje tan bonito. Habéis hecho de estos últimos cuatro años una experiencia única y de continuo aprendizaje. Gracias a vosotras hemos descubierto lo importante que es el trabajo en equipo y el compañerismo. Os deseamos lo mejor en esta nueva etapa que estamos a punto de iniciar.

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Informe nº 61. Situación de COVID-19 en España. Casos diagnosticados a partir 10 de mayo Informe COVID-19 [Internet]. Ministerio de Sanidad España: ISCII; 2021 [consultado 19 enero 2021]. Disponible en: https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/INFORMES/Informes%20COVID-19/INFORMES%20COVID-19%202021/Informe%20COVID-19.%20N%C2%BA%2061_13%20de%20enero%20de%202021.pdf#page17
- (2) Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Situación actual Coronavirus [Internet]. MSCBS: Gobierno de España. Disponible en: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm>
- (3) Hopkins J. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University [Internet]. Johns Hopkins University; 2021 [consultado 20 enero 2021]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- (4) Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias. Información científico-técnica. Enfermedad por coronavirus, COVID-19 [Internet]. Ministerio de Sanidad España: Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación; 2021 [consultado 19 enero 2021]. Disponible en: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/ITCoronavirus.pdf#page28>
- (5) Ministerio de Sanidad. Estrategia de detección precoz, vigilancia y control del COVID-19 [Internet]. Gobierno de España: ISCII; 2020 [consultado 20 enero 2021]. Disponible en: https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Estrategia_vigilancia_y_control_e_indicadores.pdf
- (6) World Health Organization. Clinical Management of COVID-19 [Internet]. 2020 [consultado 21 enero 2021]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1278777/retrieve>
- (7) Xiaochun M, Menglin L, Min D, Weiming L, Huibo M, Xiaoming Z, Hongsheng R. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in Critically ill Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia and Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS). Medical Science Monitor [Internet]. 2020 [consultado 24 enero 2021]; 26. Doi:10.12659/MSM.925364
- (8) MacLaren G, Combes A, Brodie D. What's new in ECMO for COVID-19?. Intensive Care Medicine [Internet]. 2021 [consultado 25 enero 2021]; 47(1):107-9. Doi: 10.1007/s00134-020-06284-z.
- (9) Schimdt M, Hajage D, Lebreton G, Monsel A, Voiriot G, Levy D et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with COVID-19: a retrospective cohort study. Lancet respiratory medicine [Internet]. 2020 [consultado 2 febrero 2021]; 8(11):1121-31. Doi: 10.1016/S2213-2600(20)30328-3
- (10) Hong X, Xiong J, Feng Z, Shi Y. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): does it have a role in the treatment of severe COVID-19?. Elsevier [Internet]. 2020 [consultado 2 febrero 2021]. Doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.058
- (11) Salinas F. Mauricio. Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina. Revista chilena de enfermedades respiratorias [Internet]. 2020 [consultado 20 febrero 2021]; 36(1): 26-32. Doi:10.4067/S0717-73482020000100026.
- (12) Red de Vigilancia Epidemiológica. Informe epidemiológico vigilancia de COVID-19. Infección por el nuevo coronavirus COVID-19 semana 14 (datos provisionales) [Internet]. Comunidad de Madrid: Consejería de Sanidad; 2021 [consultado 20 febrero 2021]. Disponible en: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/epid/informe_epidemiologico_semanal_covid.pdf

- (13) Huppert L, Matthay M, Ware L. Pathogenesis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine* [Internet]. 2019 [consultado 21 enero 2021];40: 31-9. Doi: 10.1055/s-0039-168399
- (14) Umbrello M, Formenti P, Bolgiagli L, Chiumello D. Current Concepts of ARDS: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2017 [consultado 22 enero 2021]; 18(1): 64. Doi: [10.3390/ijms18010064](https://doi.org/10.3390/ijms18010064)
- (15) Mouret Hernández U, Mendoza Rodríguez M, López González A, Cortés Munguía A. Comparación de criterios Berlín vs Kigali para diagnóstico del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Medicina Crítica* [Internet]. 2019 [consultado 20 enero 2021]; 33 (5): 221-32. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2019/ti195b.pdf>
- (16) Carrillo-Esper R, Sánchez Zúñiga M, Medvezky Ordóñez N, Carrillo Córdova DM. Evolución de la definición del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Medicina Interna México* [Internet]. 2018 [consultado 21 enero 2021]; 34(4):594-600. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2018/mim184k.pdf>
- (17) Ojeda Carmona LE, Córdoba Nielfa MC, Diaz Alvarado LA. The Covid-19 pandemic seen from the frontline. *International brazilian journal of urology* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 46(1):181-194. Doi: 10.1590/s1677-5538.ibju. 2020.s123
- (18) Navas Blanco JR, Dudaryk R. Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection. *BMC Anesthesiology* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 20(177). Doi:10.1186/s12871-020-01095-7
- (19) Shang Y, Pan C, Yang X, Zhong M, Shang X, Wu Z et al. Management of critically ill patients with COVID-19 in ICU: statement from front-line intensive care experts in Wuhan, China. *Annals of intensive care* [Internet]. 2020 [consultado 11 abril 2021]; 10(1):73. Doi: 10.1186/s13613-020-00689-1
- (20) Ruiz Bravo A, Jiménez Valera M. SARS-CoV-2 y pandemia del síndrome respiratorio agudo (COVID-19). *Ars Pharmaceutica* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 61(2):63-79. Doi: 10.30827/ars.v61i2.15177
- (21) Cinesi Gómez C, Peñuelas Rodríguez Ó, Luján Torné MI, Egea Santaolalla C, Masa Jiménez JF et al. Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2. *Elsevier* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 65(5): 261-270. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-anestesiologia-reanimacion-344-articulo-recomendaciones-consenso-respecto-al-soporte-S0034935620300785>
- (22) Procopio G, Cancelliere A, Trecarichi EM, Mazzitelli M, Arrighi E et al. Oxygen therapy via high flow nasal cannula in severe respiratory failure caused by Sars-Cov-2 infection: a real-life observational study. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 14. Doi: 10.1177%2F175346662096301
- (23) Hodgson C, Goligher EC, Young ME, Keating JL, Holland AE et al. Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database Systematic Review* [Internet]. 2016 [consultado 4 abril 2021]; 11(11). Doi: 10.1002%2F14651858.CD006667.pub3
- (24) Freixes Marimon M, Garrido Huguet E, Roca Biosca A. El decúbito prono como estrategia terapéutica para la mejora del síndrome de distrés respiratorio agudo. *Metas Enfermería* [Internet]. 2017 [consultado 4 abril 2021]; 20(1): 57-63. Doi: 10.35667/MetasEnf.2019.20.1003081019
- (25) Weiss TT, Cerda F, Scott JB, Kaur R, Sungurlu S et al. Prone positioning for patients intubated for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) secondary to COVID-19: a retrospective observational cohort study. *British Journal of Anaesthesia* [Internet]. 2021 [consultado 4 abril 2021]; 126(1):48-55. Doi: 10.1016/j.bja.2020.09.042

- (26) Paul V, Patel S, Royse M, Odish M, Malhotra A, Koenig S. Proning in Non-Intubated (PINI) in Times of COVID-19: Case Series and a Review. *Journal of Intensive Care Medicine* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 35(8): 818-824. Doi: 10.1177/2F0885066620934801
- (27) Gebistorf F, Karam O, Wetterslev J, Afshari A. Inhaled nitric oxide for acute respiratory distress syndrome (ARDS) in children and adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2016 [consultado 23 enero 2021];(6). Disponible en: doi: 10.1002/14651858.CD002787.pub3.
- (28) Carneiro de Freitas Chaves R, Rabello Filho R, Tavares Timenetsky K, Tanzillo Moreira F, da Silva Vilanova LC, de Arruda Bravim B, Serpa Neto A, Domingos Correa T. Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* [Internet]. 2019 [consultado 25 enero 2021]; 31(3):410-24. Doi: 10.5935/0103-507X.20190063
- (29) Parada Nogueiras MA, Gutiérrez Rodríguez P, Ramos Barbosa M. Dispositivo de oxigenación extracorpórea. *Tiempos de enfermería y salud* [Internet]. 2019 [consultado 4 abril 2021]; 2(6):14-21. Disponible en: <https://tiemposdeenfermeriaysalud.es/journal/article/view/28>
- (30) Liu X, Xu Y, Zhang R, Huang Y, He W, Sang L, Chen S, Nong L, Li X, Mao P, Li Y. Survival Predictors for Severe ARDS Patients Treated with Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Retrospective Study in China. *PLoS One* [Internet]. 2016 [consultado 4 abril 2021]; 11(6). Doi: 10.1371/journal.pone.0158061
- (31) Tavares Timenetsky K, Tanzillo Moreira F, Da Silva Vilanova LC, De Arruda Bravim B, Carneiro de Freitas Chaves R, Rabello Filho R. Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura. *Revista brasileira de terapia intensiva* [Internet]. 2019 [consultado 4 abril 2021]; 31(3): 410-424. Doi: 10.5935/0103-507x.20190063
- (32) Vitale Mendes P, Garcia Melro LM, Yeh Li H, Joelsons D, Zigaib R, Da Fonseca Pestana Ribeiro JM et al. Oxigenação por membrana extracorpórea para síndrome do desconforto respiratório agudo grave em pacientes adultos: revisão sistemática e metanálise. *Revista brasileira de terapia intensiva* [Internet]. 2019 [consultado 4 abril 2021]; 31(4): 548-554. Doi: 10.5935/0103-507x.20190077
- (33) Aretha D, Fligou F, Kiekkas P, Karamouzou V, Voyagis G. Extracorporeal Life Support: The Next Step in Moderate to Severe ARDS-A Review and Meta-Analysis of the Literature. *Biomed Research International* [Internet]. 2019 [consultado 4 abril 2021]. Doi: 10.1155/2019/1035730
- (34) Huang S, Xia H, Wu Z, Zhao S, Yao S, Luo H, Chen X. Clinical data of early COVID-19 cases receiving extracorporeal membrane oxygenation in Wuhan, China. *Journal of clinical anesthesia* [Internet]. 2021 [consultado 4 abril 2021]; 68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.110044>
- (35) Park MH, Kim AJ, Lee MJ, Kim YS, Kim JS. Case Report of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome Caused by COVID-19: Successfully Treated by Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation and an Ultra-Protective Ventilation. *Medicina* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 56(11): 570. Doi: 10.3390/medicina56110570
- (36) Giraud R, Legouis D, Assouline B, de Charriere A, Decosterd D, Brunner M, Moret Bochatay M, Fumeaux T, Bendjelid K. Timing of VV-ECMO therapy implementation influences prognosis of COVID-19 patients. *Physiological Reports* [Internet]. 2021[consultado 6 abril 2021]; 9(3). Doi: 10.14814/phy2.14715
- (37) Kim WY, Kang BJ, Chung CR, Park SH, Oh JY, Park SY, Cho WH, Sim YS, Cho YJ, Park S, Kim JH, Hong SB. Prone positioning before extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: A retrospective multicenter study. *Medicina Intensiva* [Internet]. 2019 [consultado 6 abril 2021]; 43(7): 402-9. Disponible en: doi: 10.1016/j.medin.2018.04.013.

- (38) Rajdev K, Farr LA, Saeed MA, Hooten R, Baus J, Boer B. A Case of Extracorporeal Membrane Oxygenation as a Salvage Therapy for COVID-19-Associated Severe Acute Respiratory Distress Syndrome: Mounting Evidence. *Journal of investigative medicine high impact case reports* [Internet]. 2020 [consultado 4 abril 2021]; 8. Doi: 10.1177/20224709620957778
- (39) Mitchell D, Seckel M. Acute Respiratory Distress Syndrome and Prone Positioning. *AACN advanced critical care* [Internet]. 2018 [consultado 7 abril 2021]; 29(4):415-25. Doi: 10.4037/aacnacc2018161
- (40) Alhazzani W, Hylander Moller M, Arabi Y, Loeb M, Gong M, Fan E et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Medicine* [Internet]. 2020 [consultado 7 abril 2021]; 46(5):854-87. Doi: 10.1007/s00134-020-06022-5.
- (41) Lango R, Szkulmowski Z, Maciejewski D, Sosnowski A, Kusza K. Revised protocol of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy in severe ARDS. Recommendations of the Veno-venous ECMO Expert Panel appointed in February 2016 by the national consultant on anesthesiology and intensive care. *Anesthesiology Intensive Therapy* [Internet]. 2017 [consultado 7 abril 2021]; 49(2). Disponible en: <https://www.termedia.pl/Revised-protocol-of-extracorporeal-membrane-oxygenation-ECMO-therapy-in-severe-ARDS-Recommendations-of-the-Veno-venous-ECMO-Expert-Panel-appointed-in-February-2016-by-the-national-consultant-on-anesth.118.38065.1.1.html>
- (42) Jacobs JP, Stammers AH, St Louis J, Hayanga J, Firstenberg MS, Mongero LB, Tesdahl EA, Rajagopal K, Cheema FH, Coley T, Badhwar V, Sestokas AK, Slepian MJ. Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Treatment of Severe Pulmonary and Cardiac Compromise in Coronavirus Disease 2019: Experience with 32 Patients. *ASAIO journal* [Internet]. 2020 [consultado 7 abril 2021]; 66(7):722-730. Doi: 10.1097/MAT.0000000000001185
- (43) Beyls C, Huette P, Abou-Arab O, Berna P, Mahjoub Y. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19 associated severe acute respiratory distress syndrome and risk of thrombosis. *British journal of anaesthesia* [Internet]. 2020 [consultado 6 abril 2021]; 125(2): 260-2. Doi: 10.1016/j.bja.2020.04.079
- (44) Rodrigues Nakasato G, de Lima Lopes J, Takao Lopes C. Complications related to extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Nursing UFPE* [Internet]. 2018 [consultado 8 abril 2021]; 12(6): 1727-37. Doi: 10.5205/1981-8963-v12i6a231304p1727-1737-2018
- (45) Zaragoza Biot MC, Navarro Guillén J, Sánchez Miguel R, Cárdenas Beltrán CN, Alfaro Royo MC. Nursing care in adult patients with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Atena Journal of Public Health* [Internet]. 2019 [consultado 5 abril 2021]; 1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7599060>
- (46) Li X, Guo Z, Li B, Zhang X, Tian R, Wu W et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Coronavirus Disease 2019 in Shanghai, China. *ASAIO Journal* [Internet]. 2020 [consultado 11 abril 2021]; 66(5): 475-81. Doi: 10.1097/MAT.0000000000001172.
- (47) Ferioli M, Cistermino C, Leo V, Pisani L, Palange P, Nava S. Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications. *European Respiratory Review* [Internet]. 2020 [consultado 11 abril 2021]; 29. Doi: 10.1183/16000617.0068-2020

8. ANEXOS

Anexo 1. Tabla resumen de los tipos de caso COVID-19 y su definición (5)

CASO SOSPECHOSO	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier persona con un cuadro clínico de infección respiratoria sintomatología compatible con infección por COVID- 19 de aparición súbita. • Si el paciente tuvo una prueba diagnóstica de infección activa (PDIA)+ hace más de 90 días, es sospechoso de reinfección.
CASO PROBABLE	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de infección respiratoria aguda grave con cuadro clínico y radiológico compatible con COVID-19 y teniendo una PDIA negativa o no concluyente. • Cuando la PDIA es negativa, al menos una aunque pueden ser varias, pero la serología positiva para SARS-CoV-2.
CASO CONFIRMADO	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio clínico de caso sospechoso y con PDIA positiva. • Persona asintomática con PDIA positiva que además cuenta con IgG negativo en ese momento o ausencia de esta.
CASO DESCARTADA	<ul style="list-style-type: none"> • Caso sospechoso con PDIA negativa y serología negativa en el que no hay sospecha clínico-epidemiológica.

Anexo 2. Otra sintomatología en infección por COVID-19 (4)

ÓRGANOS Y SISTEMAS AFECTADOS	SINTOMATOLOGÍA
NEUROLÓGICO	Mareo, alteración del nivel de conciencia, accidente cerebrovascular, ataxia, epilepsia y neuralgia incluso Guillain-Barré.
CARDIOLÓGICO	Síntomas relacionados con fallo cardíaco, daño miocárdico agudo, ausencia de fiebre y síntomas respiratorios.
OFTALMOLÓGICO	Ojo seco, visión borrosa, sensación de cuerpo extraño, congestión conjuntival.
OTORRINOLARINGOLÓGICO	Dolor facial, obstrucción nasal, disfunción olfatoria y del gusto.
DERMATOLÓGICO	Erupciones tipo rash, erupciones urticarias vesiculosas (tipo varicela), lesiones acro-cianóticas parcheadas pequeñas (dedos de manos y pies).
HEMATOLÓGICO	Infarto cerebral, isquemia cardíaca, muerte súbita, embolismos, trombosis venosa profunda.

Anexo 3. Tabla de artículos que han resultado de interés para el desarrollo del trabajo. Fuente: Elaboración propia

Autores	Título del documento	Año de publicación	Resumen
Laura A Huppert, Michael A Matthay, Lorraine B Ware	Pathogenesis of Acute Respiratory Distress Syndrome	2019	Describe el conocimiento actual de la patogénesis y fisiopatología del SDRA.
Michele Umbrello, Paolo Formenti, Luca Bolgiaghi Davide Chiumello	Current Concepts of ARDS: A Narrative Review	2017	Fisiopatología y conceptos necesarios sobre el SDRA
Jose R. Navas-Blanco y Roman Dudaryk	Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection	2020	Tratamiento del SDRA secundario a COVID-19. Expone la fisiopatología atípica del SDRA en este tipo de pacientes.
Luz Elena Ojeda Carmona, María del Carmen Córdoba Nielfa y Álvaro Luis Díaz Alvarado	The Covid-19 pandemic seen from the frontline	2020	Visión general del COVID-19, describiéndolo como infección por SARS-CoV 2 que produce síntomas respiratorios, pudiendo evolucionar a SDRA
You Shang, Chun Pan, Xianghong Yang, Ming Zhong, Xiuling Shang, Zhixiong Wu et al.	Management of critically ill patients with COVID-19 in ICU: statement from front-line intensive care experts in Wuhan, China	2020	Infección por COVID-19 y su tratamiento, hablando del ECMO y medidas de protección
Alfonso Ruiz Bravo, María Jiménez Valera	SARS-CoV-2 y pandemia del síndrome respiratorio agudo (COVID-19)	2020	Explica las características del virus, epidemiología, diagnóstico y tratamiento
César Cinesi Gómez, Óscar Peñuelas Rodríguez, Manel Luján Torné, Carlos Egea Santaolalla et al.	Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2	2020	Proporciona una serie de recomendaciones clínicas para el soporte respiratorio no invasivo en pacientes con COVID-19. Sirve como base para una atención optimizada, mejorando de esta manera la posibilidad de supervivencia
Giada Procopio, Anna Cancelliere, Enrico Maria Trecarichi et al.	Oxygen therapy via high flow nasal cannula in severe respiratory failure caused by Sars-Cov-2 infection: a real-life observational study.	2020	Se describe la experiencia de cinco pacientes con COVID-19 que fueron tratados con gafas nasales de alto flujo tras el fracaso con VMNI
Carol Hodgson, Ewan C Goligher, Meredith E Young, Jennifer L Keating et al.	Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation.	2016	Expone las maniobras de reclutamiento y los efectos sobre la mortalidad en pacientes con SDRA

Vishesh Paul , Shawn Patel , Michelle Royse , Mazen Odish , et al.	Proning in Non-Intubated (PINI) in Times of COVID-19: Case Series and a Review.	2020	Desarrolla las mejoras a nivel fisiológico del decúbito prono en personas con SDRA no intubadas
Marta Freixes Marimon, Eloy Garrido Huguet, Alba Roca Biosca	El decúbito prono como estrategia terapéutica para la mejora del síndrome de distres respiratorio agudo	2017	Describe el uso del decúbito prono para el SDRA, demostrando mejora en la oxigenación pero no en la mortalidad
Tyler T Weiss , Flor Cerda , J Brady Scott , Ramandeep Kaur , Sarah Sungurlu , Sara H Mirza et al.	Prone positioning for patients intubated for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) secondary to COVID-19: a retrospective observational cohort study.	2021	Estudio observacional de pacientes con COVID-19 que requirieron de VMI y posición en decúbito prono. Expone una mejora en la oxigenación en aquellos tratados con DP.
Fabienne Gebistorf , Oliver Karam, Jørn Wetterslev, Arash Afshari	Inhaled nitric oxide for acute respiratory distress syndrome (ARDS) in children and adults.	2016	Habla del uso controvertido del óxido nítrico en la mejora de la oxigenación de pacientes con SDRA
Renato Carneiro de Freitas Chaves , Roberto Rabello Filho et al.	Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review.	2019	Describe el ECMO y sus diferentes modalidades en función del uso terapéutico
Miguel A. Parada Nogueiras, Pedro Gutiérrez Rodríguez, Manuela Ramos Barbosa	Dispositivo de oxigenación extracorpórea	2019	Realiza una breve introducción sobre el ECMO y su historia hasta su uso en la actualidad. Asimismo, ofrece información acerca de los elementos que componen el circuito, su fisiología, indicaciones y contraindicaciones o posibles complicaciones
Xiaoqing Liu , Yonghao Xu, Rong Zhang , Yongbo Huang , Weiqun He , Ling Sang et al.	Survival Predictors for Severe ARDS Patients Treated with Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Retrospective Study in China.	2016	Evalúa los resultados de los pacientes con SDRA con soporte ECMO, identificando indicadores de mortalidad
Roberto Rabello Filho, Karina Tavares Timenetsky, Fabio Tanzillo Moreira et al.	Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura	2019	Ofrece información acerca del circuito de oxigenación ECMO así como de algunos de sus elementos, de las diferentes modalidades existentes, indicaciones, contraindicaciones, entre otros.
Diamanto Aretha, Fotini Fligou, Panagiotis Kiekkas , Vasilis Karamouzou , Gregorios Voyagis	Extracorporeal life support: the next step in moderate to severe ARDS: literature review and meta-analysis	2019	Revisión sobre el uso de técnicas de soporte extracorpóreo en pacientes con SDRA. Según los resultados obtenidos no se observó el uso de ECMO no se asoció con un beneficio en la tasa de mortalidad de estos pacientes. Sin embargo, cuando se restringe a estudios de mayor calidad se observa que la ECMO tiene un beneficio significativo en la tasa de mortalidad.

Shiqian Huang, Haifa Xia, Zhouyang Wu, Shuai Zhao, Shanglong Yao, Huilin Luo, Xiangdong Chen	Clinical data of early COVID-19 cases receiving extracorporeal membrane oxygenation in Wuhan, China	2021	Habla sobre tres casos de pacientes COVID-19 con ECMO.
Mi Hwa Park, Ah Jin Kim, Man-Jong Lee, Young Sam Kim, Jung Soo Kim	Case Report of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome Caused by COVID-19: Successfully Treated by Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation and an Ultra-Protective Ventilation.	2020	Casos de personas con COVID-19 que se recuperaron del SDRA tras soporte con ECMO-VV y ventilación mecánica protectora.
Raphaël Giraud, David Legouis, Benjamin Assouline, Amandine De Charrière et al.	Timing of VV-ECMO therapy implementation influences prognosis of COVID-19 patients.	2021	Sugieren que la ECMO-VV se puede emplear como soporte seguro en pacientes con COVID-19. Además, comentan que la terapia con ECMO-VV tardía es inútil.
W-Y Kim, B J Kang, C R Chung, S H Park, J Y Oh, S Y Park, et al.	Prone positioning before extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: A retrospective multicenter study	2019	Evalúa el efecto del decúbito prono antes de iniciar el soporte ventilatorio con ECMO. Se observa que el DP ofrece efecto protector.
Dannette A Mitchell, Maureen A Seckel	Acute Respiratory Distress Syndrome and Prone Positioning.	2018	Ofrece directrices acerca del DP así como las medidas necesarias para prevenir las complicaciones de este posicionamiento
Matthieu Schmidt, David Hajage, Guillaume Lebreton, Antoine Monsel, Guillaume Voiriot, David Levy et al.	Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with : COVID-19a retrospective cohort study.	2020	Establece las características clínicas y los resultados de los pacientes con IRA y COVID-19 que están siendo tratados con ECMO
Waleed Alhazzani, Morten Hylander Møller, Yaseen M Arabi, Mark Loeb, Michelle Ng Gong, Eddy Fan et al.	Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)	2020	Establece una serie de recomendaciones para mejorar los cuidados en paciente con COVID-19.
Romuald Lango, Zbigniew Szkulmowski, Dariusz Maciejewski, Andrzej Sosnowski, Krzysztof Kusza	Revised protocol of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy in severe ARDS. Recommendations of the Veno-venous ECMO Expert Panel appointed in February 2016 by the national consultant on anesthesiology and intensive care	2017	Muestra un protocolo en el que se pretende la mejora de los efectos del tratamiento con ECMO en pacientes con SDRA.

Jeffrey P Jacobs, Alfred H Stammers, James St Louis, J W Awori Hayanga et al.	Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Treatment of Severe Pulmonary and Cardiac Compromise in Coronavirus Disease 2019: Experience with 32 Patients	2020	Informa sobre la experiencia de pacientes COVID-19 tratados con ECMO.
Kartikeya Rajdev, Lyndie A. Farr, Muhammad Ahsan Saeed, Rorak Hooten, Joseph Baus, y Brian Boer.	A Case of Extracorporeal Membrane Oxygenation as a Salvage Therapy for COVID-19-Associated Severe Acute Respiratory Distress Syndrome: Mounting Evidence.	2020	Expone un caso de un paciente con COVID-19, y SDRA que ha recibido tratamiento con VMNI, <u>VMI</u> , DP, y bloqueantes neuromusculares. Finalmente se inició terapia con ECMO por SDRA refractario, y mostró una mejoría notable en la función pulmonar.
Christophe Beyls, Pierre Huette, Osama Abou-Arab, Pascal Berna, Yazine Mahjoub	Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19-associated severe acute respiratory distress syndrome and risk of thrombosis	2020	Ofrece información acerca del estado de hipercoagulabilidad de los pacientes con COVID-19 y su asociación a mayor riesgo de tromboembolismo. Da una serie de recomendaciones según la ELSO sobre el mantenimiento de la anticoagulación en el uso del ECMO en COVID-19.
Rodrigues Nakasato, Gislaine; de Lima Lopes, Juliana; Takao Lopes, Camila	COMPLICATIONS RELATED TO EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION	2018	Expone las complicaciones que se producen con mayor frecuencia en el tratamiento con ECMO, destacando las hemorrágicas.
Mari Carmen Zaragozá Biot, Juan Navarro Guillén, Rocío Sánchez Miguel et al.	Nursing care in adult patients with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)	2019	Ofrece información acerca de los cuidados enfermeros en pacientes con ECMO por sistemas
Xin Li, Zhen Guo, Bailing Li, Xiaolin Zhang, Rui Tian, Wei Wu et al.	Extracorporeal Membrane Oxygenation for Coronavirus Disease 2019 in Shanghai, China	2020	Expone el resultado de uso de ECMO-VV y ECMO-VA en pacientes COVID-19. Asegura que garantizar soporte con ECMO es eficaz, oportuno y seguro en pacientes COVID-19.
Martina Ferioli, Cecilia Cisternino, Valentina Leo, Lara Pisani, Paolo Palange, Stefano Nava	Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications	2020	Proporciona información acerca de las diferentes medidas de protección a tomar ante pacientes con COVID-19.